



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
ΔΥΣΑΡΙΘΜΗΣΙΑΣ

ΛΑΖΟΥ ΕΥΓΕΝΙΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Επιβλέπων
ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Λαμία, 2019



UNIVERSITY OF THESSALY

SCHOOL OF SCIENCE

INFORMATICS AND COMPUTATIONAL BIOMEDICINE

**EVALUATION AND REHABILITATION PROGRAMS OF
DYSCALCULIA**

LAZOU EVGENIA

Master thesis

STAMOULIS GEORGE

Lamia

2019

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ**

**«ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ,
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΜΕΓΑΛΟΥ ΟΓΚΟΥ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ»**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
ΔΥΣΑΡΙΘΜΗΣΙΑΣ**

ΛΑΖΟΥ ΕΥΓΕΝΙΑ

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Επιβλέπων
ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

Λαμία, 2019

«Υπεύθυνη Δήλωση μη λογοκλοπής και ανάληψης προσωπικής ευθύνης»

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, και γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής, δηλώνω υπεύθυνα και ενυπογράφως ότι η παρούσα εργασία με τίτλο «Προγράμματα αξιολόγησης και αποκατάστασης Δυσαριθμησίας» αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας και όλες οι πηγές από τις οποίες χρησιμοποίησα δεδομένα, ιδέες, φράσεις, προτάσεις ή λέξεις, είτε επακριβώς (όπως υπάρχουν στο πρωτότυπο ή μεταφρασμένες) είτε με παράφραση, έχουν δηλωθεί κατάλληλα και ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Ο/Η ΔΗΛΩΝ/-ΟΥΣΑ

Ημερομηνία

Υπογραφή

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ΔΥΣΑΡΙΘΜΗΣΙΑΣ

ΛΑΖΟΥ ΕΥΓΕΝΙΑ

Τριμελής Επιτροπή:

Σταμούλης Γεώργιος

Βαβουγιός Διονύσιος

Κοζύρη Μαρία

Επιστημονικός Σύμβουλος:

Ζυγούρης Νικόλαος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η διπλωματική αυτή εργασία αποτελεί έργο προσωπικής μου προσπάθειας. Για να ολοκληρωθεί και να φτάσει στο επιθυμητό αυτό σημείο απαιτήθηκαν ώρες μελέτης, συγκέντρωσης και συλλογής πληροφοριών. Ευχαριστώ όλους όσους με βοήθησαν καθ' όλη την περίοδο εκπόνησης και συγγραφής δίνοντάς μου κουράγιο και στήριξη. Επίσης, ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Σταμούλη Γεώργιο και τον επιστημονικό σύμβουλο, κύριο Ζυγούρη Νικόλαο για τις πολύτιμες συμβουλές, τις συστάσεις και τις κατευθυντήριες γραμμές που μου έδινε. Τέλος, ευχαριστώ την τριμελή εξεταστική επιτροπή που μου κάνει την τιμή να αξιολογήσει την εργασία μου.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία ασχολείται με τη διερεύνηση της δυσαριθμησίας και των προγραμμάτων αξιολόγησης και αποκατάστασής της. Πιο συγκεκριμένα, στην εργασία, αρχικά, γίνεται μια αναφορά σε χρήσιμες εισαγωγικές έννοιες, όπως οι μαθηματικές δυσκολίες μάθησης, η δυσαριθμησία, η έννοια του αριθμού, τα βασικά αριθμητικά δεδομένα και οι βασικές υπολογιστικές στρατηγικές. Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά στα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της δυσαριθμησίας, στα συμπτώματα της δυσαριθμησίας, τους τύπους της δυσαριθμησίας, τους αιτιολογικούς της παράγοντες και τους νευροψυχολογικούς μηχανισμούς που εμπλέκονται στις μαθηματικές διαταραχές. Το βασικό μέρος της εργασίας ασχολείται με την αξιολόγηση και αποκατάσταση της δυσαριθμησίας. Όσον αφορά την αξιολόγηση της δυσαριθμησίας, στην εργασία γίνεται αναφορά στην επίτευξη των κατάλληλων μαθησιακών δεξιοτήτων από την ηλικία των παιδιών, στην άμεση παρατήρηση των τάσεων δυσαριθμησίας και το λογισμικό Dyscalculia Screener. Επίσης, γίνεται αναφορά στην αξιολόγηση με Νευροψυχολογική προσέγγιση και στην αξιολόγηση με paper-pencil δοκιμασίες και μέσω Η/Υ. Όσον αφορά τις παρεμβάσεις για τις μαθηματικές δυσκολίες μάθησης, αυτές περιλαμβάνουν τις στοχοθετημένες παρεμβάσεις μαθηματικών, τις συμπεριφοριστικές και ψυχολογικές παρεμβάσεις, την μη επεμβατική εγκεφαλική διέγερση και τις πολλαπλές παρεμβάσεις. Τέλος, σχετικά με την αποκατάσταση της δυσαριθμησίας εξετάζεται η χρήση Η/Υ για αποκατάσταση της δυσαριθμησίας και εξετάζεται και ο ρόλος των εκπαιδευτικών.

ABSTRACT

The present paper deals with the investigation of the dyscalculia and its evaluation and rehabilitation programs. In particular, at work, initially, reference is made to useful introductory concepts, such as mathematical learning difficulties, dyscalculia, number concept, basic numerical data, and basic computational strategies. Then, reference is made to the features of dyscalculia, to the symptoms of dyscalculia, the types of dyscalculia, its etiological factors and the neuropsychological mechanisms involved in mathematical disorders. The main part of the thesis deals with the evaluation and restoration of dyscalculia. As far as the assessment of dyscalculia is concerned, reference is made to the achievement of appropriate learning skills from the age of children, to the direct observation of dyscalculia tendencies and to the Dyscalculia Screener mechanism. Also, reference is made to the evaluation by Neuropsychological Approach and to the evaluation by paper - pencil tests and by computer. In the case of interventions on mathematical learning difficulties, these include targeted mathematical interventions, behavioral and psychological interventions, non-invasive brain stimulation and multiple interventions / interventions of many components. Finally, regarding the restoration of dyscalculia, the use of P/C for the restoration of dyscalculia is examined, and the role of teachers is considered.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	8
ABSTRACT	9
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ	15
2.1 Μαθηματικές δυσκολίες μάθησης.....	15
2.2 Δυσαριθμησία	20
2.3 Η έννοια του αριθμού.....	24
2.4 Βασικά αριθμητικά δεδομένα	25
2.5 Βασικές υπολογιστικές στρατηγικές	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΥΣΑΡΙΘΜΗΣΙΑΣ	28
3.1 Συμπτώματα Δυσαριθμησίας	28
3.2 Τύποι Δυσαριθμησίας	31
3.3 Αιτιολογικοί παράγοντες Δυσαριθμησίας.....	34

3.4	Νευροψυχολογικοί μηχανισμοί που εμπλέκονται στις Μαθηματικές Διαταραχές	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΥΣΑΡΙΘΜΗΣΙΑΣ		39
4.1	Αξιολόγηση Δυσαριθμίας	39
4.1.1	Η επίτευξη των κατάλληλων μαθησιακών δεξιοτήτων από την ηλικία των παιδιών.....	39
4.1.2	Άμεση παρατήρηση των τάσεων δυσαριθμίας	40
4.1.3	Το λογισμικό Dyscalculia Screener	41
4.2	Αξιολόγηση με Νευροψυχολογική προσέγγιση	42
4.3	Αξιολόγηση με paper-pencil δοκιμασίες και μέσω H / Y	48
4.4	Παρεμβάσεις για τις μαθηματικές δυσκολίες μάθησης	51
4.4.1	Στοχοθετημένες παρεμβάσεις μαθηματικών	52
4.4.2	Συμπεριφοριστικές και ψυχολογικές επεμβάσεις	56
4.4.3	Μη επεμβατική εγκεφαλική διέγερση	58
4.4.4	Πολλαπλές παρεμβάσεις / παρεμβάσεις πολλών συστατικών.....	61
4.5	Αποκατάσταση Δυσαριθμίας	62
4.6	Χρήση H/Y για αποκατάσταση Δυσαριθμίας	67
4.7	Ο ρόλος των εκπαιδευτικών	68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....		74

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ	77
--------------------------------------	-----------

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	79
---------------------------	-----------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο σημερινός κόσμος απαιτεί την επεξεργασία πρωτοφανών επιπέδων αριθμητικών πληροφοριών. Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, τα smartphones, η χρηματοοικονομική επεξεργασία και η επεξεργασία πληροφοριών υγείας είναι μόνο μερικές από τις πολλές σύγχρονες απαιτήσεις που απαιτούν αριθμητική ευελιξία. Ωστόσο, υψηλό είναι το ποσοστό των «οικονομικά ενεργών» που παραμένουν «λειτουργικά ανενεργοί» (Gross, Hudson & Price 2009, Duncan et al., 2007, Parsons & Bynner 2005, Bynner & Parsons 1997). Επομένως, είναι απαραίτητο, για τη συνεχή ανάπτυξη αποτελεσματικών μεθόδων ποσοτικής μάθησης και μαθηματικής εκπαίδευσης, να γίνουν κατανοητές οι πηγές αυτών των εκτεταμένων και εξουθενωτικών αριθμητικών και μαθηματικών βλαβών.

Ενώ πολλοί παράγοντες όπως η εκπαιδευτική εμπειρία, το IQ και άλλες γνωστικές ικανότητες και κίνητρα ενδέχεται να υπονομεύσουν την ανάπτυξη των δεξιοτήτων αριθμητικής, ένα βασικό δυνητικό εμπόδιο είναι μια αναπτυξιακή διαταραχή μάθησης που είναι ειδική για την αριθμητική. Η Αναπτυξιακή Δυσαριθμησία (Developmental Dyscalculia - DD) είναι μια τέτοια μαθησιακή διαταραχή που επηρεάζει συγκεκριμένα την ικανότητα να αποκτήσει κάποιος αριθμητικές δεξιότητες σε σχολικό επίπεδο. Η διάγνωση της Αναπτυξιακής Δυσαριθμησίας συνιστάται από το DSM-IV και DSM-V (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders) όταν «η μαθηματική ικανότητα, όπως μετράται με μεμονωμένες τυποποιημένες δοκιμές, είναι σημαντικά χαμηλότερη από την αναμενόμενη δεδομένης της χρονολογικής ηλικίας, της μετρήσιμης νοημοσύνης και της κατάλληλης για την ηλικία εκπαίδευσης» (Price & Ansari, 2013).

Μελέτες σε αντιπροσωπευτικά δείγματα σχολικών και γενικών πληθυσμών έχουν διεξαχθεί σε διάφορες χώρες σε όλο τον κόσμο και οι εκτιμήσεις που προκύπτουν υποδηλώνουν ότι περίπου 3-6% των ατόμων μπορεί να πάσχουν από

Δυσαριθμησία (Shalev et al, 2000). Αυτές οι εκτιμήσεις του επιπολασμού υποδεικνύουν ότι ένας μεγάλος αριθμός ατόμων μπορεί να είναι έτσι επειδή υποφέρουν από μια συγκεκριμένη διαταραχή μάθησης, παρόμοια με τη δυσλεξία στην περίπτωση της ανάγνωσης. Επομένως, από την οπτική γωνία των εκπαιδευτικών, τα άτομα αυτά μπορεί να χρειαστούν ειδικές εκπαιδευτικές παρεμβάσεις για να βελτιώσουν τις δεξιότητές τους στην αριθμητική ικανότητα. Τέτοιες παρεμβάσεις μπορούν να προσαρμοστούν στα άτομα μόνο με βάση τη βελτιωμένη κατανόηση των αιτιών και των χαρακτηριστικών της ίδιας της διαταραχής (Price & Ansari, 2013).

Παρά την εμφανή σημασία των αριθμητικών και μαθηματικών δεξιοτήτων για την επιτυχία της ζωής και του ποσοστού επικράτησης ισοδύναμου με εκείνο της αναπτυξιακής δυσλεξίας (Shalev et al., 2000), η Δυσαριθμησία έχει υποτιμηθεί χρονικά, με τις μελέτες για τη δυσλεξία να ξεπερνούν εκείνες της Δυσαριθμησίας κατά 14 προς 1 ως το 2007 (Gersten, Clarke & Mazzocco 2007). Η συνέπεια αυτής της υπο-προσοχής είναι ότι τα γνωστικά αίτια της Δυσαριθμησίας είναι επί του παρόντος ελάχιστα κατανοητά. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η Δυσαριθμησία συχνά συνυπάρχει με άλλες μαθησιακές δυσκολίες, όπως η Αναπτυξιακή Δυσλεξία και η Διαταραχή Υπερκινητικότητας Ελλειμματικής Προσοχής (ADHD).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

2.1 Μαθηματικές δυσκολίες μάθησης

Οι μαθησιακές δυσκολίες είναι ένας ευρύς τομέας μελέτης και έρευνας των παιδιών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Αφορά μεγάλο αριθμό μαθητών παγκοσμίως και απασχολεί ιδιαίτερα τους εκπαιδευτικούς αλλά και τους γονείς. Ένας στους πέντε Αμερικανούς ενήλικες, σύμφωνα με την Αμερικανική Υπηρεσία για την Εκπαίδευση (U.S. Department of Education, 1996), είναι λειτουργικά αναλφάβητος. «Οι μαθησιακές δυσκολίες είναι συνήθως μικροδιαταραχές, που βρίσκονται πολύ κοντά στις φυσιολογικές λειτουργίες. Γι' αυτό και δεν μπορεί να προληφθούν τόσο εύκολα, εφόσον μπορεί και να είναι μόνο αποκλίσεις που βρίσκονται μέσα στα φυσιολογικά πλαίσια» (Μιχελogiάννης & Τζενάκη, 2000). Οι δυσκολίες με τις οποίες έρχονται αντιμέτωποι οι μαθητές είναι πολλές και ποικίλες, γεγονός που αποδίδεται τόσο στην φύση των ίδιων των δυσκολιών όσο και στην αλληλεπίδραση με τα γνωστικά αντικείμενα και τη διδασκαλία που πραγματοποιείται (Gresham, MacMillan & Bocian 1997, Παντελιάδου-Μπότσας, 2007).

Ο όρος «Μαθησιακή Αναπηρία» δημιουργήθηκε για πρώτη φορά το 1963 από τον Δρ. Samuel Kirk, ψυχολόγο, ενώ παράλληλα παρέδιδε ομιλία σε εκπαιδευτικό συνέδριο στο Σικάγο. Η εθνική μεικτή επιτροπή για τις μαθησιακές δυσκολίες (National Joint Committee on Learning Disabilities - NJCLD) ορίζει τις μαθησιακές δυσκολίες ως μια ετερογενή ομάδα διαταραχών που εκδηλώνεται από σημαντικές δυσκολίες στην απόκτηση και χρήση της ακρόασης, της ομιλίας, της ανάγνωσης, της γραφής, της συλλογιστικής και των μαθηματικών ικανοτήτων. Αυτές οι διαταραχές είναι εγγενείς στο άτομο και θεωρείται ότι οφείλονται σε δυσλειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος (Richardson, 1992).

Η μαθηματική ικανότητα είναι πρωταρχικής σημασίας στην καθημερινή ζωή και είναι απαραίτητη για απλά αλλά ουσιώδη καθήκοντα όπως η μέτρηση, η

ανάγνωση του ρολογιού και ο υπολογισμός χρόνου και χρηματικών πόρων. Επιπλέον, η αριθμητική σχετίζεται με τη μακροπρόθεσμη εκπαιδευτική, επαγγελματική, σωματική και τα αποτελέσματα ψυχικής υγείας, καθώς και με την οικονομική κατάσταση των χωρών (Fuchs, 2009, Gross, 2009). Ωστόσο, περίπου το 20% των μαθητών έχουν χαμηλές δεξιότητες αριθμητικής και, ανάλογα με τις μεθόδους ταξινόμησης, 4% έως 14% έχουν αναγνωριστεί με μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά (Shalev, 2005, Butterworth, 2010a). Ανάλογα με την ερευνητική παράδοση (π.χ. μαθηματικές νοητικές ή παρεμβατικές μελέτες), η κατάσταση αυτή αποκαλείται ποικιλοτρόπως ως αναπτυξιακή δυσαριθμησία, μαθηματικές μαθησιακές δυσκολίες, μαθηματική αναπηρία ή μαθηματικές δυσκολίες μάθησης (Szucs, 2013).

Ο όρος «μαθηματικές δυσκολίες μάθησης» (mathematical learning difficulties - MLD) χρησιμοποιείται συνήθως για την περιγραφή παιδιών που λαμβάνουν βαθμολογία κάτω από τη βάση στα μαθηματικά επιτεύγματα (δηλ. τα παιδιά με αναγνωρισμένη μαθηματική δυσκολία) και εκείνα τα παιδιά με χαμηλή επίδοση στα μαθηματικά που κινδυνεύουν από μια δυσλειτουργία των μαθηματικών. Οι μαθηματικές δυσκολίες μάθησης είναι εξίσου παρατηρήσιμες στα κορίτσια όπως και στα αγόρια και σχετίζονται με ψυχολογικές, νευρολογικές και γενετικές καταστάσεις, όπως η επιληψία, το σύνδρομο Turner, το εύθραυστο σύνδρομο X, η φαινυλοκετονουρία, η διάσπαση ελλειμματικής προσοχής-υπερκινητικότητα (ΔΕΠΥ), η δυσλεξία και οι συμπεριφορικές και συναισθηματικές διαταραχές (Shalev 2004). Οι μαθηματικές δυσκολίες μάθησης ξεκινούν από τα πρώτα χρόνια ζωής ενός ατόμου (Schopman 1996) και παρόλο που μερικά παιδιά μπορεί να υποδηλώνουν βελτίωση σε μεταγενέστερες βαθμίδες (δηλαδή καθυστερούν απλά), υπάρχει κάποια συναίνεση ότι οι πρώιμες μαθηματικές δυσκολίες μάθησης επιμένουν τυπικά στην εφηβεία και την ενηλικίωση (Bryant 2005, Shalev 2005, Butterworth 2011, Gerber 2012).

Οι μαθηματικές δυσκολίες μάθησης περιλαμβάνουν ένα έλλειμμα στην εξάσκηση ενός ή πολλών από τα πεδία των μαθηματικών, από τις πιο βασικές ικανότητες αριθμητικής στις πιο προχωρημένες περιοχές της άλγεβρας και της

γεωμετρίας. Μέχρι σήμερα, η μελέτη των μαθηματικών δυσκολιών μάθησης έχει επικεντρωθεί κυρίως στην αποτυχία επίτευξης ικανοτήτων στις πιο βασικές μαθηματικές δεξιότητες και όχι σε πιο εξελιγμένες περιοχές (Fischer 2013). Οι βασικές δεξιότητες περιλαμβάνουν πρότυπες ικανότητες (ή αριθμητική αίσθηση) και αριθμητική αντιμετώπιση. Οι ελλείψεις στην αρίθμηση τυπικά συνεπάγονται έλλειψη αποτελεσματικότητας στην εκτίμηση και τον υπολογισμό της ποσότητας και στη χρήση της αριθμητικής γραμμής, αδυναμία κατανόησης της καταμέτρησης [π.χ. ομαλότητα, κανονικότητα] και / ή χρήση ανεπτυγμένων στρατηγικών καταμέτρησης, δυσκολίες στην κρυπτογράφηση μεταξύ αριθμών λέξεων, ψηφίων και αναλογικών αριθμών, στην κατανόηση του συστήματος αριθμών Base-10 και στη μεταφορά από μία στήλη στην άλλη (Gersten 2005, Hanley 2005). Η αριθμητική συλλογιστική περιλαμβάνει την ικανότητα να αναλαμβάνει κάποιος τις βασικές υπολογιστικές δεξιότητες πρόσθεσης, αφαίρεσης, πολλαπλασιασμού και διαίρεσης (Hein 2000, Butterworth 2011).

Παραδοσιακά, οι μαθηματικές δυσκολίες μάθησης καθορίστηκαν ως μια ειδική και μεμονωμένη εξίσωση στην αριθμητική παρά τη φυσιολογική νοημοσύνη και τη σχολική δυνατότητα (APA 2000, WHO 1992 / 2007). Ωστόσο, η ρήτρα εξειδίκευσης έχει αφαιρεθεί πρόσφατα προκειμένου να αντιπροσωπεύει καλύτερα την ετερογένεια της κατάστασης και να βελτιώσει την κλινική ικανότητα των διαγνώσεων DSM (Kaufmann 2012, APA 2013). Επομένως, οι μαθηματικές δυσκολίες μάθησης θεωρούνται σήμερα ότι περιλαμβάνουν δύο υποτύπους: (1) εκείνους με συγκεκριμένες και μεμονωμένες μαθηματικές δυσκολίες (π.χ. συγκεκριμένες ελλείψεις στην αριθμητική παρά την κανονική ικανότητα σε μη μαθηματικές περιοχές και επαρκή εκπαίδευση). (2) άτομα με ελλείψεις τόσο σε αριθμητικές όσο και σε μη αριθμητικές γνωστικές λειτουργίες (π.χ. προσοχή, μνήμη εργασίας και οπτικοακουστικές δεξιότητες), χωρίς αναφορά στο επίπεδο γενικής νοημοσύνης του παιδιού (Kaufmann, 2012).

Εκτός από τους υποτύπους των μαθηματικών δυσκολιών μάθησης που αναφέρθηκαν παραπάνω, υπάρχουν επιπλέον αποδείξεις ότι τα προφίλ των παιδιών με μαθηματικές δυσκολίες μάθησης είναι ετερογενή, γεγονός που έχει επιπτώσεις στην ταυτοποίηση των παιδιών με το σύνδρομο μαθηματικών δυσκολιών μάθησης με συναισθηματικά προβλήματα (ΔΕΠΥ, δυσλεξία και συναισθηματικά προβλήματα συμπεριφοράς), με μαθηματικές δυσκολίες μάθησης και παρουσιάζει προβλήματα στην ανάπτυξη κατάλληλων παρεμβάσεων και στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς τους (Dowker 2005). Για παράδειγμα, τα παιδιά με μαθηματικές δυσκολίες μάθησης ενδέχεται να έχουν συγκεκριμένες ελλείψεις σε έναν ή περισσότερους μαθηματικούς υποτομείς (π.χ. αξιολόγηση της ποσότητας) αλλά μπορούν να επιτύχουν επίπεδο καλού βαθμού σε άλλους τομείς της αριθμητικής (π.χ. κλάσματα).

Επομένως, κάθε παιδί μπορεί να έχει δικό του προφίλ αδυναμιών και προτερημάτων. Ωστόσο, μια τέτοια διαφοροποίηση προφίλ μπορεί να καλυφθεί με τη χρήση τυποποιημένων μαθηματικών δοκιμών επίτευξης, στις οποίες η απόδοση υπολογίζεται κατά μέσο όρο σε πολλούς διαφορετικούς τύπους αντικειμένων (Dowker2005). Ομοίως, οι παρεμβάσεις μπορεί να αποτύχουν να στοχεύσουν στις σχετικές ελλείψεις εάν πιστεύεται ότι όλα τα παιδιά με μαθηματικές δυσκολίες μάθησης μοιράζονται παρόμοια προφίλ. Εδώ, πολλά στοχοθετημένα μαθηματικά προγράμματα τείνουν να επικεντρώνονται σε ένα περιορισμένο στοιχείο της επεξεργασίας αριθμών (π.χ. προβλήματα γραμμής αριθμού), προφανώς βασισμένα στην υπόθεση ότι όλα τα παιδιά με μαθηματικές δυσκολίες μάθησης έχουν δυσκολίες με τη γραμμή αριθμών. Αυτό δεν συμβαίνει απαραίτητα. Για το παιδί Α που έχει δυσκολίες με τη σειρά, μια παρέμβαση γραμμικής σειράς μπορεί να είναι επωφέλης, ενώ η ίδια παρέμβαση δεν θα είναι αποτελεσματική για το παιδί Β που δεν έχει δυσκολίες με τη γραμμή αριθμών αλλά έχει σοβαρά προβλήματα με μια άλλη πτυχή της αριθμητικής. Συνεπώς, η μη κατανόηση της συνθετικής, μη ενιαίας φύσης των

μαθηματικών δυσκολιών μάθησης παρουσιάζει σημαντικές δυσκολίες στην ανάπτυξη και την αξιολόγηση των κατάλληλων παρεμβάσεων (Dowker 2005).

Επιπλέον, οι μαθηματικές δυσκολίες μάθησης φαίνεται να συνδέονται με μια ποικιλία συγκεκριμένων αριθμών και γενικότερων μηχανισμών, για παρέμβαση. Για παράδειγμα, οι μελέτες υποδεικνύουν ότι οι ικανότητες των υπολογιστών (π.χ. πρόσθεση και αφαίρεση) συνδέονται με συγκεκριμένες αδυναμίες στις μαθηματικές ικανότητες (π.χ. δυσκολίες στην ποσοτικοποίηση και μεγέθυνση, καταμέτρηση, χαρτογράφηση) ενώ οι δυσκολίες σε προβλήματα λέξεων συνδέονται περισσότερο με γενικές ελλείψεις στην εκτελεστική μνήμη εργασίας, τη γλώσσα και την απρόσεκτη συμπεριφορά (Fuchs 2010, Geary 2012). Οι έρευνες από γνωστικές επιστήμες και μελέτες παρέμβασης υποδηλώνουν περαιτέρω ότι τα κίνητρα, η προσοχή, η συμπεριφορά, η μαθηματική αυτοεκδήλωση και το άγχος μπορεί να εμπλέκονται στις μαθηματικές δυσκολίες μάθησης, πέρα από συγκεκριμένες ελλείψεις στην αριθμητική (Rourke 1997, Diperna 2006, Krinzinger 2006, Rosselli 2006).

Η υψηλή συχνότητα εμφάνισης μαθηματικών δυσκολιών μάθησης με ΔΕΠΥ (26-42% των περιπτώσεων) και με δυσλεξία (μεταξύ 17-60%) υποδηλώνει επίσης έναν ρόλο για γενικότερους γνωστικούς μηχανισμούς στην αιτιολογία και τη συντήρηση (Shalev 1997, Ramaa2002, Fuchs 2010, Raghubar 2010). Αν και ο επιπολασμός των μαθηματικών δυσκολιών μάθησης είναι συγκρίσιμος με εκείνον της δυσλεξίας, τα παιδιά με μαθηματικές δυσκολίες μάθησης συχνά δεν διαγιγνώσκονται ή αντιμετωπίζονται με συνεχιζόμενη έλλειψη γνώσης για τη διαταραχή (Dowker 2004).

Τέλος, μέχρι πρόσφατα, η μελέτη των μαθηματικών δυσκολιών μάθησης ήταν σχετικά παραμελημένη (Gersten 2009). Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, η αυξανόμενη έλλειψη ενδιαφέροντος οδήγησε στην ανάπτυξη και αξιολόγηση διαφορετικών παρεμβάσεων για τη θεραπεία των μαθηματικών δυσκολιών μάθησης, με έμφαση στις στοχοθετημένες παρεμβάσεις μαθηματικών (Shalev 2004). Οι εμπειρογνώμονες

συνιστούν επίσης να χρησιμοποιηθούν οι συμπεριφορικές και ψυχολογικές παρεμβάσεις, καθώς και φαρμακευτική αγωγή στην αντιμετώπιση των μαθηματικών δυσκολιών μάθησης (Kaufmann 2012).

2.2 Δυσαριθμησία

Ο όρος «Δυσαριθμησία» προέρχεται από την ελληνική και τη λατινική γλώσσα και σημαίνει «Μετρώ δύσκολα». Η δυσαριθμησία είναι μια μαθησιακή διαταραχή που αφορά τα μαθηματικά. Εκείνοι που διαγιγνώσκονται με τη διαταραχή μπορεί να έχουν προβλήματα κατανόησης της σημασίας των αριθμών ή των ιδιοτήτων τους, να έχουν δυσκολία στη χρήση μαθηματικών συμβόλων και εννοιών, ή ανικανότητα στο να εφαρμόσουν τις μαθηματικές αρχές για την επίλυση προβλημάτων. Τα άτομα με αναπτυξιακή δυσαριθμησία εμφανίζουν σημάδια της αναπηρίας από νεαρή ηλικία. Παρόλο που η δυσκολία στη μάθηση των μαθηματικών εμφανίζεται σε παιδιά με χαμηλό IQ, η δυσαριθμησία εμφανίζεται ανεξαρτήτως επιπέδου IQ (Khing, 2016).

Η δυσαριθμησία είναι μια μαθηματική μαθησιακή διαταραχή που χαρακτηρίζεται από μια σοβαρή επιλεκτική βλάβη στην απόκτηση αριθμητικής που δεν μπορεί να αποδοθεί στην κακή διδασκαλία, τις δεξιότητες ανάγνωσης, τους παρακινητικούς παράγοντες ή τις πληροφορίες (Butterworth, 2005). Η βιβλιογραφία των μαθηματικών δυσκολιών, γενικά, είναι γεμάτη με σύγχυση στην ορολογία και υπάρχουν πράγματι πολλοί διαφορετικοί λόγοι για τους οποίους θα μπορούσε κανείς να δυσκολευτεί στην εκμάθηση των μαθηματικών και στην εκτέλεση μαθηματικών λειτουργιών (Kaufmann et al., 2013). Εκτιμάται ότι, στο Ηνωμένο Βασίλειο, το 22% των ενηλίκων έχει τόσο μεγάλη δυσκολία στα μαθηματικά, γεγονός που προκαλεί πρακτικούς και επαγγελματικούς περιορισμούς (National Center for Education

Statistics, 2011). Ωστόσο, μόνο ένα μικρό μέρος αυτών των ενηλίκων μπορεί να αναγνωριστεί ότι έχει στην πραγματικότητα δυσαριθμησία, όπου το ποσοστό επικράτησής της εκτιμάται ότι είναι περίπου 3,5 έως 6% (Rubinsten & Henik, 2009, Shalev, 2007), ποσοστό που είναι περίπου το ίδιο με την δυσλεξία.

Η δυσαριθμησία έχει οριστεί και καλείται «αναπτυξιακή ή εξελικτική δυσαριθμησία» αφορά δυσκολίες από το παιδί να αναπτύξει και κατακτήσει μαθηματικές δεξιότητες. Σημαίνει, επίσης, διαταραχή στην ανάπτυξη και ωρίμανση των μαθηματικών ικανοτήτων. Πάντως, όταν λέμε Dyscalculies πάντα αναφερόμαστε σε διαταραχές των μαθηματικών στα παιδιά. Τα παιδιά μ' αυτή τη διαταραχή μπορεί να κάνουν διάφορα λάθη στις μαθηματικές τους επιδόσεις, οι δυσκολίες τους εντοπίζονται στην κατανόηση των αριθμών, στο μέτρημα, στους υπολογισμούς και στη γλωσσική λύση των προβλημάτων. Η δυσαριθμησία χαρακτηρίζεται από διαταραγμένη γραφή των αριθμητικών συμβόλων και αριθμών, λάθη οπτικοχωρικά και ακουστικοχωρικά και απτικοχωρικά, διαταραχή στην ανάγνωση αριθμητικών όρων και συμβόλων και αριθμών, αδυναμία εκτέλεσης βασικών αριθμητικών πράξεων, φτωχή μνήμη αριθμητικών γεγονότων και αδύνατο τρόπο σκέψης επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων (Zygouris et al., 2017).

Η δυσαριθμησία είναι μια συγκεκριμένη μαθησιακή δυσκολία που έχει επίσης αναφερθεί ως «αριθμητική τύφλωση», με τον ίδιο τρόπο που η δυσλεξία περιγράφηκε κάποτε ως «γραμματική τύφλωση». Σύμφωνα με τον Butterworth (2003), έχουν χρησιμοποιηθεί διάφοροι περιγραφικοί όροι για την Dyscalculia, όπως η αναπτυξιακή δυσαριθμησία, η μαθηματική αναπηρία, η αριθμητική μαθησιακή αναπηρία, η διαταραχή αριθμού γεγονότων και οι ψυχολογικές δυσκολίες στα μαθηματικά (Pandey & Agarwal, 2014).

Η δυσαριθμησία είναι δυσκολία στην εκμάθηση ή κατανόηση της αριθμητικής, όπως είναι η δυσκολία στην κατανόηση των αριθμών, η μάθηση του χειρισμού αριθμών και η μάθηση των μαθηματικών δεδομένων. Θεωρείται γενικά ως

μια ειδική αναπτυξιακή διαταραχή όπως η δυσλεξία. Η δυσαριθμησία είναι μια μαθηματική διαταραχή όπου η μαθηματική ικανότητα είναι πολύ χαμηλότερη από την αναμενόμενη για την ηλικία, την ευφυΐα και την εκπαίδευση ενός ατόμου. Η δυσαριθμησία είναι ένας ευρύς όρος που περιλαμβάνει πολλά διαφορετικά είδη δυσκολιών στην εκμάθηση των μαθηματικών. Τα παιδιά με Dyscalculia τείνουν να είναι κανονικής νοημοσύνης. Οι αριθμητικές μαθησιακές διαταραχές (αναπτυξιακή δυσαριθμησία) υποδηλώνουν οριοθετημένες και εξαιρετικές δυσκολίες στην εξοικείωση με τις αριθμητικές δεξιότητες. Είναι σημαντικό ότι η δυσαριθμησία δεν είναι μια ενιαία αντίληψη και τα συναφή γνωστικά χαρακτηριστικά μπορεί να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των ατόμων (Kaufmann&Nuerk 2005, Wilson&Dehaene 2007).

Η Dyscalculia αναφέρεται σε μια σειρά μαθηματικών αναπηριών μαθηματικών. Οι μαθητές με δυσαριθμησία έχουν δυσκολίες στην κατανόηση των αριθμών, να θυμούνται τα μαθηματικά γεγονότα και τα βήματα για να ολοκληρώσουν τα μαθηματικά προβλήματα ή μπορεί να έχουν δυσκολία με τις οπτικές-χωρικές έννοιες που χρησιμοποιούνται στη δημιουργία μοτίβων ή στη γεωμετρία. Η δυσαριθμησία μπορεί να σχετίζεται με διαταραχές της επεξεργασίας γλώσσας που έχουν ως αποτέλεσμα δυσκολίες στην εκμάθηση μαθηματικών εννοιών που απαιτούνται για την κατανόηση των μαθηματικών εννοιών και την επίλυση πιο περίπλοκων προβλημάτων (Pandey & Agarwal, 2014).

Η σύγχρονη αντίληψη της Δυσαριθμησίας μπορεί να αναχθεί στον Kosc (1974), ο οποίος πρότεινε ότι η Αναπτυξιακή Δυσαριθμησία είναι γενετική και συγγενής διαταραχή μάθησης, μια αντίληψη που εξακολουθεί να ισχύει και σήμερα (Butterworth, 2010). Ο Kosc (1974) εισήγαγε επίσης ένα κριτήριο απόκλισης για να αξιολογήσει εάν κάποιος πρέπει να θεωρηθεί ότι έχει Αναπτυξιακή Δυσαριθμησία. Το κριτήριο απόκλισης ορίζει ότι το μαθηματικό επίπεδο που επιδεικνύεται από ένα παιδί δεν ταιριάζει με το επίπεδο IQ αυτού του παιδιού. Το κριτήριο της απόκλισης χρησιμοποιήθηκε ευρέως σε κλινικές ρυθμίσεις μέχρι πρόσφατα και μόνο με την

εισαγωγή του διαγνωστικού και στατιστικού εγχειριδίου ψυχικών διαταραχών (5η έκδοση, DSM-V, American Psychiatric Association, 2013) έχει εγκαταλειφθεί αυτό το κριτήριο. Το κριτήριο της απόκλισης έχει αρχική έφεση αλλά απομακρύνθηκε από το DSM-V για να αναγνωρίσει το γεγονός ότι άτομα με χαμηλότερες βαθμολογίες IQ μπορούν επίσης να υποφέρουν από Αναπτυξιακή Δυσαριθμησία. Η αλλαγή αυτή διευκολύνει τη διάγνωση τέτοιων ατόμων. Μαζί με τη δυσλεξία, ο συγκεκριμένος όρος «Δυσαριθμησία» απομακρύνθηκε από το DSM-V και τώρα αναφέρεται ως «Ειδική Διαταραχή Εκμάθησης» με ένα σύνολο διαγνωστικών κριτηρίων, όπως «Δυσκολίες στην κατανόηση της έννοιας της αρίθμησης, της αρίθμησης γεγονότων ή του υπολογισμού» και «Δυσκολίες ορθογραφίας».

Εκτός, όμως, από τον Kosc (1974) στη βιβλιογραφία υπάρχουν και άλλοι μελετητές που προσπάθησαν να ορίσουν την έννοια της Δυσαριθμησίας. Ο Sharma (1997) ορίζει τη Δυσαριθμησία ως την «αδυναμία να αντιληφθεί κάποιος τους αριθμούς, τις αριθμητικές σχέσεις (αριθμητικά γεγονότα) και το αποτέλεσμα των αριθμητικών πράξεων που υπολογίζουν την απάντηση στα αριθμητικά προβλήματα πριν υπολογιστούν πραγματικά» (Khing, 2016).

Το τεύχος DSM-IV (2000) που χρησιμοποιείται από τους εκπαιδευτικούς ψυχολόγους, αναφέρει τη Δυσαριθμησία ως «μαθηματική διαταραχή με βάση τα αποτελέσματα και όπως μετράται με μια τυποποιημένη δοκιμασία που δίνεται ξεχωριστά· η μαθηματική ικανότητα του ατόμου είναι σημαντικά μικρότερη από την αναμενόμενη βάση της ηλικίας του ατόμου, της νοημοσύνης και της εκπαίδευσής του. Αυτή η παραφροσύνη εμποδίζει ουσιαστικά το ακαδημαϊκό επίτευγμα».

Τέλος, ο Butterworth (2005) επισημαίνει ότι «οι περισσότεροι εκπαιδευόμενοι με Δυσαριθμησία θα έχουν γνωστικές και γλωσσικές ικανότητες στο κανονικό εύρος και θα μπορούν να υπερέχουν σε μη μαθηματικά θέματα».

Κάποιος που ζει με Dyscalculia θα έχει δυσκολίες στους τομείς της συλλογιστικής σκέψης, του υπολογισμού, της αφαίρεσης, του πολλαπλασιασμού και της διαίρεσης, της μνήμης μαθηματικών, της γραφής μαθηματικών, της αλληλουχίας και της μαθηματικής ομιλίας, καθώς και του οπτικού-χωρικού προσανατολισμού. Ένα άτομο με δυσαριθμησία θα αμφισβητηθεί από τις δυσκολίες μνήμης και ανάκτησης, πέρα από τα λάθη επεξεργασίας και θα χρειαστεί να χρησιμοποιήσει στρατηγικές αντιμετώπισης σε ολόκληρη τη ζωή του. Τα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες είναι ευάλωτα σε πολλαπλούς κινδύνους, συμπεριλαμβανομένης της συνέχισης του μαθησιακού μειονεκτήματος, της εγκατάλειψης του σχολείου και της συναισθηματικής αστάθειας. Τα παιδιά με δυσαριθμησία προφανώς αντιμετωπίζουν παρόμοιες προκλήσεις. Ως εκ τούτου, η θεραπεία της δυσαριθμησίας πρέπει να αντιμετωπίσει τις πολλαπλές πτυχές της διαταραχής, εστιάζοντας παράλληλα σε εκπαιδευτικές παρεμβάσεις για τη βελτίωση των δεξιοτήτων σπουδών εν γένει και την ενίσχυση της αντίληψης αριθμών και των αριθμητικών εννοιών (Pandey & Agarwal, 2014).

2.3 Η έννοια του αριθμού

Με τον όρο αυτό νοείται η κατάκτηση του εξελικτικού σταδίου από το παιδί που χαρακτηρίζεται από (Zygouris et al., 2017):

- Ευχέρεια στην άμεση εκτίμηση των ποσοτήτων.
- Ικανότητα αναγνώρισης παράλογων αποτελεσμάτων ($5-1=8$).
- Ευελιξία στους νοερούς υπολογισμούς.

- Ικανότητα μετακίνησης μεταξύ διαφορετικών τρόπων προσέγγισης ενός προβλήματος και χρήση του καταλληλότερου από αυτούς.

Οι δραστηριότητες που βοηθούν τους μαθητές στην κατάκτηση της έννοιας του αριθμού είναι (Zygouris et al., 2017):

1. Η μέτρηση αντικειμένων που παρουσιάζονται οπτικά, αντικειμένων που μπορούν να χειριστούν απτικά και αντικειμένων που ακούγονται να πέφτουν. Μια δραστηριότητα μπορεί να είναι η ρίψη νομισμάτων σε ένα αδιαφανές κουτί με ταυτόχρονη εκφορά των λέξεων – αριθμών ώστε να γίνεται αντιστοίχιση ένα προς ένα με τα αντικείμενα.
2. Η εξάσκηση στην απαρίθμηση και στην αντίστροφη απαρίθμηση.
3. Η λεκτική / εννοιολογική σύνδεση της πρόσθεσης και της αφαίρεσης μέσα από το χειρισμό αντικειμένων, η οποία γίνεται πρακτικά από τον εκπαιδευτικό και εκφράζεται προφορικά από το μαθητή.

2.4 Βασικά αριθμητικά δεδομένα

Με τον όρο αυτό νοείται η προσπάθεια για αυτοματοποίηση της αριθμητικής γνώσης και ο μετασχηματισμός της από διαδικαστική σε δηλωτική. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται τόσο οικονομία νοητικών δυνάμεων κατά την επεξεργασία σύνθετων προβλημάτων ή αλγόριθμων όσο και καλύτερη κατανόηση των μαθηματικών συλλογισμών που παρουσιάζονται μέσα στη σχολική τάξη.

Για τη διδασκαλία των Βασικών Αριθμητικών Δεδομένων είναι ωφέλιμη η χρήση παραδειγμάτων από το άμεσο περιβάλλον του παιδιού ή μνημονικών βοηθημάτων που σχετίζονται με τα βιώματά του (πχ. $5+5=10$, όσα τα δάκτυλα και

των δύο χεριών). Η διδασκαλία τους τέλος δεν πρέπει να γίνεται μέσω της στείρας απομνημόνευσης, αλλά μέσα από καταστάσεις που έχουν νόημα. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η ευκολότερη ανάκληση (Zygouris et al., 2017).

2.5 Βασικές υπολογιστικές στρατηγικές

Οι στρατηγικές αυτές διευκολύνουν τους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες στη γρηγορότερη και σωστή εύρεση των αποτελεσμάτων μέχρι να φτάσουν στο εξελικτικό στάδιο που πλέον θα αυτοματοποιηθούν. Οι στρατηγικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέσα στην τάξη είναι (Zygouris et al., 2017):

- Η εύρεση του αθροίσματος με συνέχιση της απαρίθμησης από το μεγαλύτερο προσθετέο (πχ. $4+2$, ο μαθητής απαριθμεί μετά το 4)
- Η εύρεση του αθροίσματος με ανάλυση ενός αριθμού σε γνωστό άθροισμα που έχει ήδη αυτοματοποιηθεί (πχ. Στην εύρεση του αθροίσματος $5+8$ το 8 αναλύεται σε $5+3$ οπότε $5+5+3$)
- Η ανάλυση ενός αριθμού σε $n+1$ μορφή για αξιοποίηση ενός ήδη αυτοματοποιημένου Βασικού Αριθμητικού Δεδομένου (πχ. Στην εύρεση του αθροίσματος $6+7 = 6+6+1 = 13$)
- Η χρήση της αντιμεταθετικής ιδιότητας σε πρόσθεση και πολλαπλασιασμό.
- Η αντιστροφή στη σχέση των πράξεων (πχ. Αφού $7+3=10$ τότε $10 - 3=7$ και $10 - 7=3$).

Στη διδασκαλία τους η εξάσκηση είναι ένα πολύ βασικό κομμάτι της αυτοματοποίησής τους και μπορεί να λάβει χώρα μέσω καρτών ή επιτραπέζιων

παιγνιδιών στα οποία ο μαθητής θα ενθαρρύνεται στην ανάκληση και όχι στον υπολογισμό των πράξεων(Zygouriset al., 2017).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΥΣΑΡΙΘΜΗΣΙΑΣ

3.1 Συμπτώματα Δυσαριθμησίας

Δεδομένου ότι οι μαθηματικές δυσκολίες είναι ποικίλες, τα σημάδια ότι ένα άτομο μπορεί να έχει μια δυσκολία σε αυτόν τον τομέα μπορεί να είναι εξίσου ποικίλα. Ωστόσο, η δυσκολία μάθησης των μαθηματικών δεξιοτήτων δεν σημαίνει απαραίτητα ότι ένα άτομο έχει μαθησιακές δυσκολίες. Όλοι οι μαθητές μαθαίνουν με διαφορετικούς ρυθμούς, και ιδιαίτερα μεταξύ των νέων, χρειάζεται χρόνος και πρακτική για να κάνουν τις πρακτικές μαθηματικές διαδικασίες πρακτικές. Εάν κάποιο άτομο έχει πρόβλημα σε κάποια από τις περιοχές που ακολουθούν, η πρόσθετη βοήθεια μπορεί να είναι επωφελής (Javad & Saber, 2011).

- Καλή ομιλία, ανάγνωση και γραφή, αλλά αργό μέτρημα και προβλήματα στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων.
- Καλή μνήμη για τυπωμένες λέξεις, αλλά δυσκολία στην ανάγνωση αριθμών ή ανάκληση αριθμών σε σειρά.
- Καλή χρήση των γενικών εννοιών των μαθηματικών, αλλά δυσκολίες όταν χρειάζονται να χρησιμοποιηθούν ειδικά υπολογιστικά και οργανωτικά προσόντα.
- Προβλήματα με την έννοια του χρόνου, δυσκολία στην απομνημόνευση των χρονοδιαγραμμάτων, προβλήματα με την προσέγγιση του χρόνου που θα πάρει κάτι.
- Κακή αίσθηση κατεύθυνσης, εύκολος αποπροσανατολισμός και εύκολη σύγχυση από τις αλλαγές στη ρουτίνα.

- Κακή μακροπρόθεσμη μνήμη των εννοιών - μπορεί να κάνει μαθηματικές λειτουργίες μια μέρα, αλλά δεν μπορεί να τις επαναλάβει την επόμενη μέρα
- Κακή νοητική ικανότητα μαθηματικών - δυσκολία στην εκτίμηση του κόστους των παντοπωλείων ή στην καταμέτρηση των ημερών μέχρι τις διακοπές.
- Δυσκολία στην αναπαραγωγή στρατηγικών παιχνιδιών όπως το σκάκι ή τα παιχνίδια αναπαραγωγής ρόλων.
- Δυσκολία στη διατήρηση των σκορ όταν παίζουν παιχνίδια με χαρτιά και κάρτες (Javad & Saber, 2011).

Οι Pandey&Agarwal (2014) στη μελέτη τους έκαναν έναν διαχωρισμό των συμπτωμάτων της δυσαριθμησίας ανάλογα με την ηλικιακή ομάδα των ατόμων. Πιο συγκεκριμένα, έκανα τις εξής κατηγοριοποιήσεις:

1. Προβλήματα μικρών παιδιών με δυσαριθμησία:

- Δυσκολία στην εκμάθηση της μέτρησης.
- Δυσκολία στην αναγνώριση των τυπωμένων αριθμών.
- Δυσκολία που συνδυάζει την ιδέα ενός αριθμού (πχ. 4) και πώς υπάρχει στον κόσμο (πχ. 4 άλογα, 4 αυτοκίνητα, 4 παιδιά).
- Δυσκολία στην απομνημόνευση αριθμών.
- Δυσκολία στην οργάνωση πραγμάτων με λογικό τρόπο (πχ. Τοποθέτηση των στρογγυλών αντικειμένων σε ένα μέρος και των τετραγώνων σε ένα άλλο).

2. Προβλήματα παιδιών σχολικής ηλικίας με δυσαριθμησία:

- Δυσκολία στην εκμάθηση μαθηματικών προβλημάτων (πρόσθεση, αφαίρεση, πολλαπλασιασμός, διαίρεση).
- Δυσκολία στην ανάπτυξη μαθηματικών δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων.
- Κακή μακροχρόνια μνήμη για τις μαθηματικές λειτουργίες.
- Μη εξοικειωμένοι με το λεξιλόγιο των μαθηματικών.
- Δυσκολία μέτρησης των πραγμάτων.
- Αποφυγή παιχνιδιών που απαιτούν στρατηγική.

3. Προβλήματα εφήβων και ενηλίκων με δυσαριθμησία:

- Δυσκολία εκτίμησης κόστους (πχ. λογαριασμοί τροφίμων).
- Δυσκολία στην εκμάθηση μαθηματικών εννοιών πέρα από τα βασικά μαθηματικά γεγονότα.
- Κακή ικανότητα στον προϋπολογισμό.
- Δυσκολία με έννοιες του χρόνου, όπως η προσκόλληση σε ένα χρονοδιάγραμμα ή ο χρόνος προσέγγισης.
- Δυσκολία με νοητικά μαθηματικά.
- Δυσκολία εύρεσης διαφορετικών προσεγγίσεων σε ένα πρόβλημα.

3.2 Τύποι Δυσαριθμησίας

Υπάρχουν δύο υποτύποι μαθηματικών διαταραχών, η διαταραχή μαθηματικών υπολογισμών και η διαταραχή μαθηματικής αιτιολόγησης. Η διαταραχή μαθηματικού συλλογισμού επηρεάζει ένα άτομο στο να επιλύσει μαθηματικούς υπολογισμούς. Ένα άτομο με δυσαριθμησία μπορεί να έχει δυσκολία στην επίλυση απλών προβλημάτων πρόσθεσης, αφαίρεσης, πολλαπλασιασμού και διαίρεσης. Τα μαθηματικά προβλήματα αρχίζουν συνήθως στο δημοτικό σχολείο και συνεχίζονται στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και την ενηλικίωση. Τα σημεία που μπορεί να είναι ενδεικτικά των μαθηματικών διαταραχών περιλαμβάνουν τη συγγραφή αριθμών, την αρίθμηση, την πρόσθεση και αφαίρεση και την εργασία με μαθηματικά σύμβολα (Khing, 2016).

Οι μαθηματικές διαταραχές συλλογισμού επηρεάζουν την ικανότητα ενός ατόμου να χρησιμοποιεί τη μαθηματική λογική για την επίλυση προβλημάτων. Τα άτομα με δυσαριθμησία έχουν δυσκολία με αφηρημένες έννοιες του χρόνου και της κατεύθυνσης. Εκείνοι που πάσχουν από μαθηματικές διαταραχές συνήθως υποφέρουν από άλλες διαταραχές μάθησης, όπως η οπτική επεξεργασία των προβλημάτων που σχετίζονται με αυτήν. Ένα άτομο που πάσχει από δυσκολία οπτικής επεξεργασίας δεν είναι σε θέση να δει τη διαφορά μεταξύ δύο παρόμοιων γραμμάτων, σχημάτων ή αντικειμένων. Ένα άτομο με δυσαριθμησία μπορεί να χρειαστεί ειδικές εκπαιδευτικές υπηρεσίες για τη θεραπεία αυτής της νευρολογικής διαταραχής. Σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές, η δυσαριθμησία μπορεί να είναι πολλών τύπων (Khing, 2016):

- **Διαδοχική:** Η διαταραχή καθιστά δύσκολο για τα άτομα με ειδικές ανάγκες να μετράνε αριθμούς σε μια ακολουθία. Εκτός αυτού, μπορεί να έχουν πρόβλημα με τον υπολογισμό του χρόνου, τον έλεγχο του προγράμματος, την παρακολούθηση της κατεύθυνσης και λήψη μετρήσεων.

- Αναπτυξιακή: Τα παιδιά έρχονται αντιμέτωπα με δυσκολίες στην αρίθμηση, αλλά και στην αναγνώριση μαθηματικών συμβόλων.
- Λειτουργική: Αυτό το πρόβλημα σχετίζεται με την απομνημόνευση ή την απομνημόνευση των κανόνων των μαθηματικών.
- Προφορική: Αυτή η διαταραχή καθιστά δύσκολο στο παιδί να εκτελεί μαθηματικά σύμβολα και σημεία.
- Acalculia: Αυτό το στάδιο συμβαίνει συνήθως κατά τα τελευταία στάδια της ζωής. Αυτός ο τύπος δυσαριθμησίας γενικά αποκτάται μέσω εγκεφαλικού τραύματος ή εγκεφαλικού επεισοδίου. Οι διαταραχές δυσκολεύουν τους πάσχοντες να εκτελούν μια απλή μαθηματική λειτουργία όπως η πρόσθεση, η αφαίρεση, ο πολλαπλασιασμός και η διαίρεση, ενώ κατά τη διάρκεια της ζωής τους είχαν κατακτήσει επαρκώς τις προαναφερθείσες δεξιότητες.

Ο Δρ. Ladislav Kosc (1974), αναγνώρισε έξι τύπους δυσαριθμησίας στο γενικό πεδίο της μαθηματικής αναπηρίας. Αυτοί οι τύποι δυσαριθμησία μπορεί να εμφανιστούν μεμονωμένα ή μαζί.

- Λεξιλογική δυσαριθμησία: Ένα άτομο με λεξιλογική δυσαριθμησία μπορεί να κατανοήσει τις μαθηματικές έννοιες όταν μιλάει γι' αυτές, αλλά έχει σημάδια δυσκολίας στην ανάγνωση συμβόλων, όπως τα αριθμητικά, και δεν μπορεί να τα καταλάβει όταν εμφανίζονται σε φράσεις ή εξισώσεις αριθμών. Οι άνθρωποι που πάσχουν από λεξιλογική δυσαριθμησία μπορεί να είναι σε θέση να διαβάσουν μεμονωμένα ψηφία, αλλά δεν μπορούν να τα ανακαλέσουν σε μεγαλύτερο αριθμό.
- Γραφική δυσαριθμησία: Η γραφική δυσαριθμησία προκαλεί δυσκολίες στα γραπτά μαθηματικά σύμβολα, που περιλαμβάνουν αλλά δεν περιορίζονται σε αριθμούς. Ένα άτομο με αυτήν την αναπηρία μπορεί να κατανοήσει τις

μαθηματικές ιδέες όταν μιλάει γι 'αυτές και μπορεί να διαβάσει μαθηματικές πληροφορίες, αλλά έχει πρόβλημα να γράψει ή να χρησιμοποιήσει μαθηματικά σύμβολα για να μεταδώσει αυτή την κατανόηση.

- **Λεκτική δυσαριθμησία:** Η λεκτική δυσαριθμησία ενέχει μια δυσκολία στην ομιλία για μαθηματικές έννοιες ή σχέσεις. Για παράδειγμα, ένα άτομο με λεκτική δυσαριθμησία μπορεί να είναι σε θέση να διαβάζει και να γράφει αριθμούς, αλλά δεν μπορεί να μιλήσει για αυτούς, να θυμάται τα ονόματά τους ή να τους αναγνωρίζει όταν μιλάνε άλλοι.
- **Ιδεογνωστική δυσαριθμησία:** Ένα άτομο με ιδεογνωστική δυσαριθμησία έχει προβλήματα με καθήκοντα που απαιτούν κατανόηση των μαθηματικών ιδεών και σχέσεων, όπως η αναγνώριση της σειράς των αριθμών που είναι μεγαλύτερες ή μικρότερες. Αυτός ο τύπος δυσαριθμησία δεν περιορίζεται στην προφορική ή γραπτή κατανόηση, αλλά είναι μια γενικευμένη δυσκολία με την κατανόηση των μαθηματικών και των αριθμών ως συνόλου. Μπορεί επίσης να περιγράψει μια δυσκολία στην ανάκληση των μαθηματικών ιδεών μετά την εκμάθησή τους.
- **Πρακτικογνωστική δυσαριθμησία:** Τα άτομα με αυτού του τύπου δυσαριθμησία έχουν δυσκολία στη μετάφραση της αφηρημένης μαθηματικής γνώσης τους σε πράξεις ή διαδικασίες πραγματικού κόσμου. Έχουν δυσκολία στην εργασία με πραγματικές ποσότητες, εξισώσεις όγκου με έναν πρακτικό τρόπο.
- **Λειτουργική δυσαριθμησία:** Η λειτουργική δυσαριθμησία είναι μια δυσκολία εκτέλεσης μαθηματικών εργασιών ή υπολογισμών. Ένα άτομο με λειτουργική δυσαριθμησία μπορεί να κατανοήσει τους αριθμούς και τη σχέση τους μεταξύ τους, αλλά δυσκολεύεται να κάνει οποιοδήποτε είδος υπολογισμού που απαιτεί τον χειρισμό αριθμών και μαθηματικών συμβόλων (Kosc, 1974).

3.3 Αιτιολογικοί παράγοντες Δυσαριθμησίας

Η δυσαριθμησία έχει πολλές αιτίες που συμβάλλουν σε αυτή. Ωστόσο, δεν μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τις σχέσεις και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους, καθώς υπάρχουν πολύ λίγα βιβλιογραφικά στοιχεία. Υπάρχει, όμως, συναίνεση στην τρέχουσα βιβλιογραφία που υποστηρίζει την πολυπαραγοντική προέλευση της αναπτυξιακής δυσαριθμησίας και άλλων μαθησιακών διαταραχών (von Aster & Shalev, 2007). Η δυσαριθμησία είναι επίσης συχνά παρούσα σε παιδιά που πάσχουν από νευρολογικές παθήσεις (π.χ. επιληψία, πρόωρη γέννηση, μεταβολικές διαταραχές) και γενετικά σύνδρομα (π.χ. ευθραυστό σύνδρομο X, σύνδρομο Williams-Beuren, σύνδρομο υπεροξίας) (Kaufmann & von Aster, 2012).

Η αναπτυξιακή δυσαριθμησία τείνει να εμφανίζεται σε οικογένειες, πιθανώς λόγω μιας γενετικής προδιάθεσης (Landerl & Moll, 2010). Μπορεί να υπάρχει πρωτογενής γενετική ευπάθεια στη μειωμένη ανάπτυξη βασικών αριθμητικών λειτουργιών, οπτικοακουστικών και εκτελεστικών. Όπως γνωρίζουμε, η ωρίμανση αυτών των λειτουργιών μπορεί επίσης να επηρεαστεί από περιβαλλοντικά προσδιορισμένες, επιγενετικά μεσολαβούμενες επιδράσεις, όπως το στρες. Αυτό εξηγεί την αξιοσημείωτη συσχέτιση της δυσαριθμησίας με τη διαταραχή ελλειμματικής προσοχής υπερκινητικότητας (ADHD) αφενός, και με τη δυσλεξία από την άλλη. Η δυσαριθμησία δεν είναι μια ενιαία ομοιόμορφη οντότητα. Αντίθετα, οι υποτύποι της μπορούν να ταξινομηθούν συστηματικά και λεπτομερώς με βάση την διαφορετική αιτιολογία τους, τις υποκείμενες νευρικές βάσεις, τις γνωστικές παραστάσεις και τα επίπεδα δεξιοτήτων (Kaufmann & von Aster, 2012).

Σύμφωνα με τον Coln (1971), η δυσαριθμησία μπορεί να έχει διαταραχές στην οπτική-κινητική ολοκλήρωση, είτε για γραφή είτε για μη λεκτικές κινητικές δεξιότητες.

Ο Kosc (1974) αναγνώρισε συγκεκριμένες διαταραχές που μπορεί να είναι ενδεικτικές της δυσαριθμησία. Αυτές μπορεί να εμφανιστούν σε ομάδες ή μεμονωμένα και περιλαμβάνουν λεκτικές διαταραχές στις οποίες οι μαθητές δεν μπορούν να ονομάσουν αριθμούς ή μαθηματικούς όρους ονομαστικά, διαταραχές οπτικο-χωρικών οργανώσεων στις οποίες οι μαθητές δεν είναι σε θέση να χειραγωγήσουν αντικείμενα αφηρημένα για να καθορίσουν σχετικά μεγέθη, σχήματα και ποσά, στην ανάγνωση και γραφή ψηφίων και μαθηματικών συμβόλων, διαταραχές σχηματισμού ιδεών στις οποίες οι μαθητές δεν μπορούν να κατανοήσουν τις μαθηματικές έννοιες και τη σχέση μεταξύ των αριθμών και λειτουργικές διαταραχές στους μαθητές που δεν είναι σε θέση να εκτελέσουν υπολογισμούς.

Ο Bryan (1977) διαπίστωσε στις μελέτες του ότι τα άτομα με δυσαριθμησία είναι κακά στην κοινωνική αντίληψη και στη λήψη αποφάσεων, μπορεί να μην είναι σε θέση να πάρουν ή να δώσουν μη λεκτικές ενδείξεις, συχνά εκτός της κοινωνικής επικοινωνίας.

Οι Rourke & Finlayson (1978), όπως και οι Rourke & Strang (1978), υποστήριξαν ότι τα παιδιά που παρουσίαζαν ελάχιστα τα περισσότερα μέτρα των λεκτικών και ακουστικών αντιληπτικών ικανοτήτων, έκαναν αριθμητικά σφάλματα με μνήμη για αριθμητικά γεγονότα. Οι αντιφατικές γλωσσικές δεξιότητές τους αντικατοπτρίστηκαν σε αυτά τα λάθη. Αντιστρόφως, τα παιδιά που είχαν κακή απόδοση σε οπτικά-αντιληπτικά, σύνθετα ψυχοκινητικά και διμερή απτικά-αντιληπτικά καθήκοντα έδειξαν μια φτωχή κατανόηση των μαθηματικών εννοιών, δυσκολίες με τις ευθυγραμμίσεις των στηλών, το σχηματισμό αριθμών και της κατευθυντικότητας και της γενικής οπτικο-χωρικής αποδιοργάνωσης.

Ο Chel (1990) εξέτασε το πρόβλημα της επίτευξης στα υποχρεωτικά μαθηματικά στην εξέταση Madhyamic του W. Bengal. Βρήκε τις ακόλουθες αιτίες υποεκτέλεσης: κενά στη γνώση των εννοιών, δυσκολίες στην κατανόηση της μαθηματικής γλώσσας, έλλειψη ανοίγματος και ευελιξίας στη διδασκαλία, δυσκολία

στη μαθηματική εκμάθηση των λεκτικών προβλημάτων και ερμηνεία των μαθηματικών αποτελεσμάτων, αφηρημένη φύση της μαθηματικής, φόβο και άγχος από την πλευρά των μαθητών.

Ο Sinha (1973) ανέφερε ότι τα παιδιά από οικονομικά κατώτερα στρώματα πήγαν σημαντικά κατώτερα στη σχολική επίδοση από ότι τα παιδιά από ανώτερη κοινωνική τάξη.

Ο Bhattacharya (1982) διεξήγαγε μελέτη για τη διάγνωση και πρόληψη των μαθησιακών δυσκολιών στην αριθμητική των παιδιών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και διαπίστωσε ότι η πειραματική ομάδα που διδάσκεται από τα οπτικοακουστικά υλικά και τεχνικές θα επιτύγχανε σημαντικά και έδειξε παρατεταμένη μνήμη από την ελεγχόμενη ομάδα που διδάχθηκε με συμβατικές μεθόδους. Ο Desai (1985) μελέτησε παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες και διαπίστωσε ότι η πιο ισχυρή αιτία της μαθησιακής ανικανότητας ήταν η φτώχεια, η απάθεια των δασκάλων στα καθήκοντά τους και η χαμηλή νοημοσύνη.

3.4 Νευροψυχολογικοί μηχανισμοί που εμπλέκονται στις Μαθηματικές Διαταραχές

Τα βρεγματικά πεδία του επικρατέστερου ημισφαιρίου παίζουν αποφασιστικό ρόλο στην ανάγνωση και κατανόηση των μαθηματικών προβλημάτων, εννοιών και διαδικασιών. Οι μετωπιαίοι λοβοί είναι το κέντρο των γρήγορων διανοητικών μαθηματικών υπολογισμών, της διαμόρφωσης αφηρημένων εννοιών, των ικανοτήτων επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων και των προφορικών και γραπτών αριθμητικών επιδόσεων. Αυτοί ρυθμίζουν την όλη μαθηματική συμπεριφορά. Στις μαθηματικές επιδόσεις πολλές φορές αποφασιστικό ρόλο έχει και η νευροψυχολογική απτική

οργάνωση του παιδιού. Έτσι, κινητικές λειτουργίες και συμπεριφορές, που στηρίζονται, στην απτική αντίληψη και οργάνωση και που ευθύνονται για τις μαθηματικές επιδόσεις, ελέγχονται από νευροψυχολογικούς μηχανισμούς των βρεγματικών λοβών.

Οι βρεγματικοί λοβοί ελέγχουν πολλές γνωστικές λειτουργίες και παίζουν ουσιαστικό ρόλο στην φλοιική λειτουργική οργάνωση πολλών αισθήσεων. Η ικανότητα της μαθηματικής ακολουθίας ελέγχεται από τον αριστερό βρεγματικό λοβό. Οι ινιακοί λοβοί, που αποτελούν την έδρα των οπτικών εμπειριών, ελέγχουν την οπτική διάκριση των γραπτών μαθηματικών συμβόλων και εμπλέκονται στην γεωμετρία και σε καθημερινές αριθμητικές πράξεις. Η ακουστική αντίληψη και οι τύποι της μνήμης (βραχυπρόθεσμη) έχουν βασική ευθύνη στην μαθηματική κατάκτηση και επίδοση. Ο έλεγχος γίνεται από τους κροταφικούς λοβούς. Ο αριστερός κροταφικός λοβός είναι υπεύθυνος για τη μνήμη των μαθηματικών ακολουθιών και σειρών, των βασικών μαθηματικών γεγονότων και το ψιθύρισμα στη διάρκεια της επίλυσης αριθμητικών προβλημάτων. Στο υποφλοιικό επίπεδο αξιολογες έρευνες διαπίστωσαν ότι τα ηλεκτρο-ερεθίσματα στον αριστερό θάλαμο προκαλούν επιτάχυνση της ικανότητας μέτρησης προς τα πίσω π.χ. 5,4,3,2,1 και αύξηση των λαθών στις αριθμητικές πράξεις και υπολογισμούς. Αντίθετα, τα ηλεκτροερεθίσματα στον δεξιό θάλαμο προκαλούν σοβαρές διαταραχές στην ικανότητα μέτρησης (μπρος-πίσω), και πολλά λάθη στις αριθμητικές πράξεις.

Σ' αυτές τις διαπιστώσεις θα πρέπει να υπολογίσουμε και τις στενές επικοινωνίες των θαλαμικών πυρήνων με τ' αντίστοιχα ημισφαίρια για να κατανοήσουμε τη φύση των μαθηματικών διαταραχών. Ο δεξιός θάλαμος π.χ. ευθύνεται για σωματο-αισθητικές και χωρικές λειτουργίες, επειδή έχει στενές επικοινωνίες με το δεξιό ημισφαίριο και κατά συνέπεια διαφαίνεται ο ρόλος του στην ανάγνωση των αριθμών και των συμβόλων. Αυτές οι θέσεις υποστηρίζονται κι από μελέτες σ' άτομα με διατομή του μεσολοβίου (διηρημένος εγκέφαλος) όπου

κατανέμεται η ουσιαστική ευθύνη του δεξιού ημισφαιρίου στην ανάγνωση αριθμών και καλλιγραφικών στοιχείων.

Διερευνώντας τους νευροψυχολογικούς μηχανισμούς του δεξιού ημισφαιρίου μπορούμε καλύτερα να κατανοήσουμε γιατί τα δυσλεξικά παιδιά ενώ δεν μπορούν να διαβάσουν λέξεις, διαβάζουν συνήθως αριθμούς που μερικές φορές τους κατανοούν κι άλλες όχι (Zygourisetal., 2017).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΥΣΑΡΙΘΜΗΣΙΑΣ

4.1 Αξιολόγηση Δυσαριθμίας

Επί του παρόντος, υπάρχουν τρεις καλά τεκμηριωμένες μέθοδοι για τη διάγνωση της δυσαριθμίας. Στη συνέχεια περιγράφεται λεπτομερώς καθεμία από τις τρεις μεθόδους.

4.1.1 Η επίτευξη των κατάλληλων μαθησιακών δεξιοτήτων από την ηλικία των παιδιών

Η πρώτη μέθοδος για τον προσδιορισμό του εάν ένα παιδί είναι πιθανό να έχει δυσαριθμσία μπορεί να εφαρμοστεί εύκολα στα σχολεία χρησιμοποιώντας τα υπάρχοντα δεδομένα και πόρους των μαθητών. Μέσα από τη διεξαγωγή μιας τυποποιημένης αξιολόγησης που αποσκοπεί στη μέτρηση των μαθηματικών δεξιοτήτων ανάλογα με την ηλικία του παιδιού (Shalev & Gross-Tsur, 2001), οι εκπαιδευτικοί θα μπορούσαν να διαμορφώσουν τη διάγνωση της δυσαριθμίας εάν αποκαλυφθεί τουλάχιστον μία από τις ακόλουθες δύο περιστάσεις :

- ασυνέπεια μεταξύ της πνευματικής ικανότητας του παιδιού και των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης (Geary, 2004, Reynolds, 1984).
- μια σημαντική διαφορά, συνήθως τουλάχιστον δύο ετών, μεταξύ του κανονικού έτους σπουδών του παιδιού και της αριθμητικής ικανότητάς του (Semrud-Clikeman et al., 1992).

Ωστόσο, και οι δύο περιστάσεις είναι πολύ γενικές για να εκτιμήσουν με ακρίβεια την συγκεκριμένη έκταση στην οποία ένα παιδί μπορεί να έχει

δυσαριθμησία. Ως εκ τούτου, ορισμένοι μαθητές μπορεί να διαπιστωθούν λανθασμένα ως μαθητές με δυσαριθμησία όταν ενδέχεται να επηρεαστούν από άλλες πιο επικρατούσες μαθησιακές δυσκολίες (Adhikari, 2014).

4.1.2 Άμεση παρατήρηση των τάσεων δυσαριθμησίας

Ένας άλλος τρόπος για την ανίχνευση των σημείων δυσαριθμησίας περιλαμβάνει την άμεση παρατήρηση της πλειονότητας των ακόλουθων συμπεριφορών:

- Υποανάπτυκτες στρατηγικές για την επίλυση προβλημάτων (Geary, 1990).
- Υπολογιστικά σφάλματα που προκαλούνται από κακή μνήμη εργασίας (Siegel & Ryan, 1989).
- Αδυναμίες στη μακροχρόνια ανάκληση αριθμητικών γεγονότων (Geary, Hamson, & Hoard, 2000, Jordan & Montani, 1997).
- Αργός ρυθμός επεξεργασίας βασικών μαθηματικών δεξιοτήτων (Geary & Brown, 1991).
- Αδυναμία αναγνώρισης της μεταβλητότητας της πρόσθεσης και του πολλαπλασιασμού (Kaufmann, Handl, & Thony, 2003).
- Υψηλά ποσοστά σφαλμάτων, ιδιαίτερα εκείνα που φαίνονται απρόσεκτα (Geary, 1993).
- Προβλήματα με οπτική και χωρική λειτουργία (Rourke & Finlayson, 1978).

Ωστόσο, οποιοσδήποτε μαθητής που αγωνίζεται με τα μαθηματικά θα επιδείξει συνήθως έναν ή περισσότερους από αυτούς τους δείκτες απόδοσης. Ακριβώς όπως και η αξιολόγηση της επίτευξης μαθηματικών Δεξιοτήτων από ένα παιδί, η μέθοδος αυτή μπορεί εσφαλμένα να εκτιμήσει ως παιδιά με δυσαριθμησία κάποια που δεν είναι στην πραγματικότητα. Ως εκ τούτου, απαιτείται μια ολοκληρωμένη και σαφής προσέγγιση για την σωστή αναγνώριση της δυσαριθμησίας στους μαθητές, έτσι ώστε τα εκπαιδευτικά σχέδια να μπορούν να τροποποιηθούν για να τα φιλοξενήσουν στην τάξη (Adhikari, 2014).

4.1.3 Το λογισμικό Dyscalculia Screener

Μία λύση θα μπορούσε να είναι ο Dyscalculia Screener που αναπτύχθηκε από τον Butterworth (2003). Ο Dyscalculia Screener αποτελείται από μια σειρά από χρονικά τεκμηριωμένες δοκιμές που ταυτοποιούν γρήγορα και αξιόπιστα τη δυσαριθμησία χωρίς επιρροές από άλλες πιθανές αιτίες ενός ανεπαρκούς επιτεύγματος στην αριθμητική. Ο πρωταρχικός στόχος του είναι να μετρήσει την ενστικτώδη αριθμητική επάρκεια των παιδιών ηλικίας 6 έως 14 ετών. Επειδή τα ανθρώπινα όντα έχουν βιολογική προδιάθεση να αποκτήσουν ένα θεμελιώδες επίπεδο κατανόησης αριθμητικών εννοιών, ορισμένες βασικές μαθηματικές δεξιότητες αναπτύσσονται φυσικά χωρίς επίσημη εκπαίδευση (Ginsburg, 1997). Για παράδειγμα, ένα άτομο μπορεί να αντιληφθεί το μέγεθος (το έξι είναι μεγαλύτερο από το πέντε), τον αριθμό (αριθμητική τιμή) και τη μέτρηση (το τέσσερα ακολουθεί το τρία). Επομένως, ο Dyscalculia Screener έχει σχεδιαστεί για να μετρά το επίπεδο εγγενούς αριθμητικής του παιδιού μέσω απλών δοκιμών που περιλαμβάνουν μέτρηση κουκίδων και σύγκριση αριθμών (Adhikari, 2014).

Επειδή η βασική πτυχή των εξετάσεων είναι η ταχύτητα με την οποία το άτομο απαντά στις ερωτήσεις, ο Butterworth (2003) ανέπτυξε το Dyscalculia Screener ως πρόγραμμα λογισμικού για τη διαχείριση της διαδικασίας εξέτασης. Τα προγράμματα θα συγκεντρώσουν επίσης τις απαντήσεις του υποκειμένου, θα αναλύσουν αυτόματα τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα και τελικά θα υπολογίσουν ένα τυποποιημένο αποτέλεσμα. Αυτή η βαθμολογία συσχετίζει το μέσο χρόνο αντίδρασης με την ορθότητα των απαντήσεων για τη δημιουργία σύνθετων βαθμολογιών σε καθεμία από τις τρεις κατηγορίες: (1) απαρίθμηση τεμαχίων, (2) σύγκριση αριθμών. και (3) αριθμητική επίδοση (πρόσθεση και πολλαπλασιασμός ανάλογα την ηλικία).

Ως εκ τούτου, ένα παιδί που έχει δυσαριθμησία θα εκτελέσει σε χαμηλό επίπεδο τα τεστ αριθμού και σύγκρισης αριθμών, αλλά σε μεσαίο επίπεδο το τεστ αριθμητικής επίτευξης. Από την άλλη πλευρά, ένα παιδί που έχει κακές αριθμητικές δεξιότητες αλλά δεν έχει δυσαριθμησία θα αποδώσει σε υψηλό επίπεδο στις δοκιμές σύγκρισης τεμαχίων και σύγκρισης αριθμών, αλλά θα δώσει χαμηλή επίδοση στην αριθμητική επίτευξη. Μπορούν να παρεμβληθούν διαφορετικοί βαθμοί διαγνώσεων δυσαριθμησίας με βάση τις πραγματικές βαθμολογίες stanine. Παρόλο που το Dyscalculia Screener είναι πιθανόν να είναι το καλύτερο εργαλείο που είναι διαθέσιμο για την αναγνώριση της δυσαριθμησίας στα παιδιά, ορισμένα σχολεία μπορεί να αποθαρρύνονται από τη χρήση του για οικονομικούς και κοινωνικούς λόγους (Adhikari, 2014).

4.2 Αξιολόγηση με Νευροψυχολογική προσέγγιση

Η Διεθνής Ταξινόμηση των Νοσημάτων (International Classification of Diseases - ICD 10) και το Διαγνωστικό και Στατιστικό Εγχειρίδιο Ψυχικών

Διαταραχών (Diagnosing and Statistical Manual of Mental Disorders - DSM - IV TR) υποδηλώνουν ότι το βασικό κριτήριο καθορισμού της Αναπτυξιακής δυσαριθμησίας είναι μια σημαντική διαφορά μεταξύ συγκεκριμένων μαθηματικών ικανοτήτων και της γενικής νοημοσύνης (American Psychiatric Association, 2000, World Health Organization, 2001). Συγκεκριμένα, η αναπτυξιακή δυσαριθμησία είναι μια νευροαναπτυξιακή διαταραχή που επηρεάζει την ικανότητα του παιδιού να μαθαίνει αριθμητική, παρά την κανονική νοημοσύνη, την κατάλληλη εκπαίδευση, το κατάλληλο περιβάλλον, την κοινωνικοοικονομική κατάσταση, τη συναισθηματική σταθερότητα και τα απαραίτητα κίνητρα (American Psychiatric Association, 2000). Τα παιδιά με δυσαριθμησία χαρακτηρίζονται από δυσκολίες στην εκμάθηση και απομνημόνευση αριθμητικών γεγονότων (Rosselli et al., 2006), καθώς και διαφορές στις εκτελεστικές διαδικασίες υπολογισμού και στις κακές στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων (Landerl et al., 2004). Επιπλέον, οι μαθητές με δυσαριθμησία μπορεί να παρουσιάσουν δυσκολίες στην κατανόηση απλών αριθμητικών εννοιών, να μην έχουν διαισθητική κατανόηση των αριθμών και να έχουν προβλήματα στην εκμάθηση αριθμητικών γεγονότων και διαδικασιών (Rosselli et al., 2006). Συγκεκριμένες μαθησιακές δυσκολίες που περιλαμβάνουν μαθηματικές δεξιότητες συνήθως γίνονται εμφανείς αργότερα από τα προβλήματα ανάγνωσης και γραφής, συχνά σε ηλικία περίπου οκτώ ετών. Τα παιδιά με δυσαριθμησία αποτελούν το 4 - 6% του σχολικού πληθυσμού σύμφωνα με εκτιμήσεις (Beacham & Trott, 2005). Ωστόσο, υπήρξε μάλλον λίγη έρευνα σχετικά με τη δυσαριθμησία σε σύγκριση με άλλες ειδικές μαθησιακές δυσκολίες, όπως η δυσλεξία (Butterworth et al., 2001). Τα παιδιά, σε αντίθεση με την ανάγνωση που πρέπει να διδαχθεί, παρουσιάζουν μια βιολογική βάση προδιάθεσης για την απόκτηση αριθμητικών δεξιοτήτων (Ginsburg, 1997). Ορισμένες αριθμητικές δεξιότητες όπως η καταμέτρηση, η πρόσθεση, η σύγκριση και η κατανόηση των ποσοτήτων, αναπτύσσονται φυσικά χωρίς επίσημη εκπαίδευση (Ginsburg, 1997). Αυτή η αριθμητική ικανότητα θεωρείται ότι είναι ένα έμφυτο χαρακτηριστικό, που υπάρχει ήδη από τη βρεφική ηλικία, όπως φαίνεται από την

ικανότητα των βρεφών να κάνουν διακρίσεις μεταξύ μικρών αριθμών και να ασχολούνται με αριθμητικούς υπολογισμούς (Wynn, 1998, Wynn et al., 2002).

Δύο από τα πλέον μελετημένα νευροψυχολογικά μοντέλα αξιώνουν μορφές αναπαραστάσεως και μορφολογίας που εντοπίζονται σε διαφορετικές περιοχές του αριστερού και του δεξιού εγκεφαλικού ημισφαιρίου που σχετίζονται με την επεξεργασία και τον υπολογισμό των αριθμών των ενηλίκων. Αυτά τα μοντέλα βασίζονται κυρίως σε ενήλικες με τραυματική εγκεφαλική βλάβη που παρουσιάζουν διαφορές σε διάφορες πτυχές της επεξεργασίας αριθμών και του υπολογισμού. Το πρώτο είναι το μοντέλο των McCloskey, Caramazza & Basili (1985), το οποίο περιγράφηκε από παρατηρήσεις για τους ασθενείς. Αυτό το μοντέλο πρότεινε αυτόνομα γνωστικά συστήματα για την επεξεργασία αριθμών και τον υπολογισμό στο πλαίσιο της επεξεργασίας των αριθμών και παρουσίασε μια διάκριση μεταξύ της κατανόησης αριθμών και των μηχανισμών παραγωγής αριθμών και σε κάθε ένα από αυτά τα υποσυστήματα διακρίνονται περαιτέρω στοιχεία για την επεξεργασία αραβικών αριθμών. Επίσης, προτάθηκε διάκριση μεταξύ των αραβικών αριθμών και της λεκτικής κατανόησης μαζί με τα στοιχεία της παραγωγής μέσα από λεξικογραφικούς και συντακτικούς μηχανισμούς επεξεργασίας. Τέλος, ξεχώρισαν μεταξύ των γνωστικών μηχανισμών στο σύστημα υπολογισμού για την επεξεργασία συμβόλων ή λέξεων λειτουργίας, τους μηχανισμούς για την ανάκτηση βασικών αριθμητικών γεγονότων και μηχανισμών για την εκτέλεση των διαδικασιών υπολογισμού (McCloskey et al., 1985). Το δεύτερο είναι το "μοντέλο τριπλού κώδικα" του Dehaene (1992). Αυτό το μοντέλο τοποθετεί ικανότητες όπως η ποσοτικοποίηση, η κωδικοποίηση αριθμών και ο υπολογισμός ή η προσέγγιση σε τρεις συστοιχίες σύμφωνα με τη μορφή στην οποία χειρίζονται οι αριθμοί. Πρώτον, υπάρχουν ικανότητες όπως η λεκτική μέτρηση ή η αριθμητική ανάκτηση γεγονότων που είναι τοποθετημένες στο γενικό σύστημα επεξεργασίας ομιλούμενων ή γραπτών γλωσσών. Δεύτερον, υπάρχουν ικανότητες όπως ο πολυψήφιος υπολογισμός ή η κρίση ισοτιμίας που απαιτούν την κυριαρχία ενός αποκλειστικού συστήματος θέσης που είναι η

γλωσσική ικανότητα και το σύστημα αλφαριθμητισμού. Τέλος, το "μοντέλο τριπλού κώδικα" υποστηρίζει ότι οι ικανότητες σύγκρισης και προσέγγισης των αριθμητικών ποσοτήτων εμφανίζονται στα βρέφη πριν από την απόκτηση της γλώσσας. Επομένως, θεωρείται ότι αποτελεί ένα ξεχωριστό προεφηβικό σύστημα αριθμητικής συλλογιστικής (Dehaene, 1992).

Υπάρχουν αρκετές μελέτες νευροαπεικόνισης που υποδεικνύουν ότι τα παιδιά με δυσαριθμσία παρουσιάζουν μια ανώμαλη ανατομία του αισθητού συστήματος στον εγκέφαλο. Επίσης, έχει προταθεί ότι υπάρχει ένα εξειδικευμένο δίκτυο επεξεργασίας αριθμών στον εγκέφαλο (Butterworth et al., 2011), καθώς οι ερευνητές πρότειναν ότι η ενδοπαρασιτική θρόμβωση (intraparietal sulci) εμπλέκεται στην αριθμητική επεξεργασία. Οι λειτουργικές μελέτες νευροαπεικόνισης αποκάλυψαν ότι ο βρεγματικός λοβός, και ειδικότερα ο ενδοπαρασιτικός θρόμβος (intraparietal sulci), είναι ενεργός στην αριθμητική επεξεργασία και την αριθμητική (Nieder & Dehaene, 2009). Πιο συγκεκριμένα, η διμερής ενδοπαριτική ενεργοποίηση της ενδοπαρασιτικής θρόμβωσης ((intraparietal sulci)) ταυτοποιήθηκε στην απαρίθμηση (Piazza et al., 2003) και την αντιστοιχία μεγέθους (Dehaene & Cohen, 2007). Επίσης, υπήρχε μία περιοχή λευκής ουσίας στον αριστερό κατώτερο βρεγματικό λοβό, που ήταν σημαντικά μειωμένη σε μέγεθος στα παιδιά που αντιμετώπιζαν δυσκολίες υπολογισμού. Τα ίδια παιδιά είχαν πολύ χαμηλό βάρος κατά τη γέννηση. Στη μελέτη των Rotzer et al., (2008) εξετάστηκαν παιδιά με αναπτυξιακή δυσαριθμσία και μια ομάδα παιδιών ελέγχου και βρέθηκε ότι τα παιδιά με αναπτυξιακή δυσαριθμσία είχαν μειωμένο όγκο της γκρίζας ύλης στο δεξί ενδοπαρασιτικό θρόμβο, στην κατώτερη μετωπιαία έλικα και αμφοτερόπλευρη μέση μετωπιαία έλικα. (Rotzer et al., 2008). Η σύγκριση λευκής ύλης παρουσίαζε συστάδες με σημαντικά μικρότερο όγκο στον αριστερό μετωπιαίο λοβό και στη δεξιά παραϊποκάμπια έλικα σε παιδιά με αναπτυξιακή δυσαριθμσία. Τέλος, μια μετα-ανάλυση των Kaufmann et al., (2011) υποδηλώνει ότι η δυσαριθμσία σχετίζεται με διαταραχές στις περιοχές του

εγκεφάλου που σχετίζονται με την επεξεργασία των αριθμητικών μεγεθών όπως ο βρεγματικός φλοιός και σε μικρότερη έκταση στον μετωπιαίο φλοιό.

Ένας μεγάλος αριθμός μελετών στον τομέα της γνωστικής ψυχολογίας υποδηλώνει ότι τα παιδιά με δυσαριθμησία παρουσιάζουν μια σειρά γνωστικών δυσκολιών (Karagiannakis et al., 2014). Το πιο γενικά αποδεκτό χαρακτηριστικό των παιδιών με δυσαριθμησία στον τομέα των εκτελεστικών λειτουργιών είναι ότι δυσκολεύονται να θυμηθούν τα αριθμητικά στοιχεία (Geary & Hoard, 2001, Jordan et al., 2003, Geary, 2004). Επιπλέον, τα ελλείμματα μνήμης προκαλούν σύγχυση στη μαθηματική ορολογία (Geary, 1993), στην εκτέλεση υπολογισμών (Andersson & Östergren, 2012) και στην παρακολούθηση των βημάτων επίλυσης προβλημάτων (Swanson et al., 2008). Επιπλέον, αρκετές μελέτες (Geary et al., 2007, Thompson et al., 2013, Cheng & Mix, 2014) υποδεικνύουν ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ της οπτικής χωρικής αντίληψης και της μαθηματικής ικανότητας. Με άλλα λόγια, τα παιδιά που έχουν καλύτερη χωρική αντίληψη, αποδίδουν καλύτερα σε μαθηματικές δοκιμές. Αυτό μπορεί να βασίζεται στο γεγονός ότι οι ίδιες περιοχές του εγκεφάλου ενεργοποιούνται για χωρικές διαδικασίες και αριθμητικές εργασίες (Umiltà et al., 2009). Αρκετοί ερευνητές ανέφεραν ότι τα παιδιά με δυσαριθμησία έχουν προβλήματα προσοχής. Σε μια μελέτη που χρησιμοποίησε τους ερευνητές της Connors 'Computerized Continuous Test (CPT), διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά με χωρικής αντίληψης παρουσίασαν περισσότερα σφάλματα και παραλείψεις σε σύγκριση με τους μέσους συνομηλίκους τους (Lindsay et al., 2001). Αξίζει να υπογραμμιστεί ότι τα παιδιά με δυσαριθμησία αντιμετωπίζουν ελλείμματα σε συλλογισμούς όπως η κατανόηση πολλαπλών βημάτων σε σύνθετες μαθηματικές διαδικασίες, η κατανόηση των βασικών λογικών αρχών (Núñez & Lakoff, 2005) και η λήψη αποφάσεων σχετικά με τις σωστές αριθμητικές λειτουργίες προκειμένου να επιλυθεί ένα μαθηματικό πρόβλημα (Stock et al., 2006) .

Σύμφωνα με το μοντέλο Dehaene (1992), οι Von Aster & Shalev (2007) ανέπτυξαν το συνδυασμένο μοντέλο τους χρησιμοποιώντας προτάσεις από τη

γνωστική ψυχολογική βιβλιογραφία μαζί με νευροψυχολογικά στοιχεία. Πιο συγκεκριμένα, το μοντέλο τους τείνει ως προϋπόθεση για την αύξηση της ικανότητας μνήμης εργασίας και προτείνει ότι τα παιδιά από την παιδική ηλικία διαθέτουν ένα βασικό σύστημα μεγέθους, το οποίο τους βοηθά να κατακτήσουν τη σύγκριση και την προσέγγιση που υποστηρίζονται από τον αριστερό και το δεξί βρεγματικό λοβό. Κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας κατακτούν το σύστημα λεκτικών αριθμών που υποστηρίζει τις λεκτικές μετρήσεις, την ανάκτηση γεγονότων και τις στρατηγικές καταμέτρησης. Η περιοχή του εγκεφάλου που είναι υπεύθυνη για την προαναφερθείσα γνωστική ανάπτυξη είναι ο αριστερός προμετωπιαίος λοβός. Επιπλέον, οι αριστεροί και δεξιοί ινιακοί λοβοί βοηθούν τα παιδιά σχολικής ηλικίας στην εκμάθηση του αριθμητικού συστήματος. Τέλος, στην ίδια ηλικία τα παιδιά αποκτούν επίσης τη χωρική εικόνα που βοηθά στην κανονικότητα και επομένως μπορούν να παρουσιάσουν προσεγγιστικούς υπολογισμούς και αριθμητική σκέψη (Von Aster & Shalev, 2007).

Οι γενετικές μελέτες προτείνουν ότι η κληρονομικότητα διαδραματίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη δυσαριθμησία. Οι οικογενειακές σπουδές αποτελούν γενετική βάση σε ορισμένες τουλάχιστον περιπτώσεις. Μια οικογενειακή μελέτη (Shalev et al., 2001) διαπίστωσε ότι περίπου τα μισά από τα αδέλφια των παιδιών με δυσαριθμησία είχαν κι αυτά δυσαριθμησία, με 5-10 φορές μεγαλύτερο κίνδυνο από τον γενικό πληθυσμό. Τα παιδιά με το σύνδρομο Ουίλιαμς παρουσιάζουν ανωμαλίες σε απλές εργασίες αριθμητικής, όπως η σύγκριση αριθμών, και είναι επίσης πολύ χειρότερα σε απλές αριθμητικές εργασίες, όπως η καταμέτρηση (Paterson et al., 2006). Ορισμένες ανωμαλίες του χρωμοσώματος X φαίνεται να επηρεάζουν τις αριθμητικές ικανότητες πιο σοβαρά από άλλες γνωστικές ικανότητες. Αυτό είναι ιδιαίτερα σαφές στο σύνδρομο του Turner, όπου τα άτομα μπορούν να βρίσκονται σε φυσιολογικό ή ανώτερο επίπεδο σε δοκιμές IQ, γλώσσας και ανάγνωσης, αλλά με σοβαρή αναπηρία στην αριθμητική (Butterworth, 1999).

4.3 Αξιολόγηση με paper-pencil δοκιμασίες και μέσω Η / Υ

Υπάρχουν τρεις καλά τεκμηριωμένες μέθοδοι για τη διάγνωση της δυσαριθμησίας. Η πρώτη είναι η διοργάνωση μιας τυποποιημένης αξιολόγησης που αποσκοπεί στη μέτρηση της επίτευξης μαθηματικών δεξιοτήτων από το παιδί. Η δεύτερη αφορά την παρατήρηση της αριθμητικής συμπεριφοράς του παιδιού (Michaelson, 2007). Ωστόσο, και οι δύο μέθοδοι μπορούν να εντοπίσουν εσφαλμένα τα παιδιά χωρίς δυσαριθμησία ως παιδιά με δυσαριθμησία. Η τρίτη αποδεκτή μέθοδος διάγνωσης της δυσαριθμησίας είναι οι τυποποιημένες αριθμητικές εξετάσεις. Στην Ελλάδα, μια δοκιμαστική paper-pencil αξιολόγηση των παιδιών με δυσαριθμησία είναι το "Κριτήριο Μαθηματικής Ικανοποίησης" (Barbas et al., 2008). Αυτό το δοκιμαστικό εργαλείο κατασκευάστηκε το 2008 προκειμένου να αξιολογηθεί η μαθηματική ικανότητα των παιδιών ηλικίας από 7.06 έως 15.05 ετών. Αποτελείται από τρεις υπο-δοκιμές που αξιολογούν τις τρεις πτυχές της σχολικής μαθηματικής γνώσης. Οι πτυχές που συνθέτουν τη μαθηματική ικανότητα είναι το λεξιλόγιο, ο υπολογισμός και η δοκιμασία επίλυσης προβλημάτων.

Τα τελευταία χρόνια υπήρξαν ορισμένες προσπάθειες ανάπτυξης λογισμικού για την αξιολόγηση των μαθησιακών δυσκολιών. Ένα πρόγραμμα λογισμικού που έχει κατασκευαστεί για να αξιολογήσει τις μαθηματικές ικανότητες των παιδιών ηλικίας από 6 έως 14 ετών είναι το "Dyscalculia Screener" (Butterworth, 2003). Το "Dyscalculia Screener" αποτελείται από μια σειρά χρονικά τεκμηριομένων τεστ. Αυτό το λογισμικό έχει σχεδιαστεί για να μετράει το επίπεδο της μόνιμης αριθμητικής ικανότητας των παιδιών μέσω δοκιμών που έχουν παραχθεί από υπολογιστή, όπως η απαρίθμηση τεμαχίων, η σύγκριση αριθμών και η αριθμητική επίδοση σε μαθηματικές διαδικασίες. Η βασική πτυχή του λογισμικού τεστ είναι η ταχύτητα που το παιδί αποκρίνεται σε κάθε ερώτηση. Ο υπολογιστής, επίσης, συγκεντρώνει τις απαντήσεις του παιδιού, αναλύει αυτόματα το άθροισμα των δεδομένων και, τέλος,

υπολογίζει το σκορ. Ο τρόπος με τον οποίο οι βαθμολογίες υπολογίζονται σε κάθε υπο-δοκιμή, περιλαμβάνει τον μέσο χρόνο αντίδρασης των σωστών απαντήσεων, ο οποίος στη συνέχεια προσαρμόζεται από τον μέσο χρόνο απλής αντίδρασης. Μια εφαρμογή προβολής εφαρμογών ιστού, προκειμένου να προσδιοριστεί αν ένας μαθητής χειρίζεται ικανοποιητικά τις δεξιότητες αριθμητικής είναι ο " Two-minute numeracy screener ". Η δοκιμή αυτή παραδίδεται σε παιδιά που παρακολουθούν το δημοτικό. Η δοκιμή numeracy screener αξιολογεί την ικανότητα των παιδιών να κρίνουν ποιος από τους δύο αριθμούς είναι μεγαλύτερος. Τα παιδιά λαμβάνουν ένα χρονικό όριο, το οποίο εξαρτάται από την τάξη που παρακολουθούν, προκειμένου να συμπληρώσουν όσα περισσότερα αντικείμενα μπορούν (Nosworthy et al., 2014).

Μια άλλη διαδικτυακή δοκιμασία χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο των ενηλίκων και των μαθητευομένων σε μεταδευτεροβάθμια εκπαίδευση για μαθηματικές αναπηρίες. Είναι αποτελεσματικό τόσο στην τριτοβάθμια όσο και στην ανώτερη εκπαίδευση, αλλά και για τον έλεγχο των ενηλίκων στο χώρο εργασίας τους. Αυτή η εφαρμογή βασίζεται σε ένα μοντέλο που βασίζεται σε δύο βασικούς στόχους. Πρώτον, να καθορίσουμε την κατανόηση των αριθμών από τον εκπαιδευόμενο και, δεύτερον, να κατανοήσουμε την εφαρμογή αριθμών σε άλλα συστήματα. Το μοντέλο περιγράφει έξι τομείς: εννοιολογικός αριθμός, συγκριτικός αριθμητικός, γραφικός, συμβολική αφαίρεση, χωρική, χρονική και λειτουργική (Trott, 2003).

Το μεγαλύτερο μέρος της βιβλιογραφίας σχετικά με τους μαθητές με αναπτυξιακή δυσαριθμησία και οι δοκιμασίες, υπό οποιαδήποτε μορφή, που έχουν ήδη καθιερωθεί και επικυρωθεί, αξιολογούν τις δεξιότητες των βασικών αριθμών των παιδιών. Οι Zygouris et al., (2017) στη μελέτη τους αναφέρουν ότι οι παραδοσιακοί ορισμοί της αναπτυξιακής δυσαριθμησίας δηλώνουν ότι ένα παιδί πρέπει να υπόκειται ουσιαστικά σε δοκιμές μαθηματικών ικανοτήτων σε σχέση με το επίπεδο που αναμένεται για τη δεδομένη ηλικία, εκπαίδευση και νοημοσύνη. Ωστόσο, οι τρέχουσες γνωσιακές αναπτυξιακές νευροψυχολογικές μελέτες υποδεικνύουν ότι όχι μόνο τα αριθμητικά στοιχεία του πυρήνα, αλλά και οι γνωσιακές δεξιότητες των

παιδιών με αναπτυξιακή δυσαριθμησία παρουσιάζουν ελλείμματα. Ο κύριος στόχος της έρευνάς τους ήταν η κατασκευή μιας σειράς από έξι δοκιμασίες που μπορούν να παραδοθούν με υπολογιστή, προκειμένου να εξεταστούν οι αριθμητικές και γνωστικές δεξιότητες των παιδιών. Η υπόθεση της μελέτης ήταν ότι τα παιδιά που έχουν ήδη διαγνωσθεί με δοκιμασίες *reper-pencil* σαν παιδιά με δυσαριθμησία θα παρουσιάσουν χαμηλότερη βαθμολογία και μεγαλύτερες χρονικές λανθάνουσες περιόδους όχι μόνο σε μαθηματικά αλλά και σε γνωστικά καθήκοντα. Συνολικά 134 δεξιόχειρα παιδιά (74 αγόρια και 60 κορίτσια, ηλικιακής ομάδας 8-12 ετών) συμμετείχαν στη μελέτη αυτή. Οι μαθητές με διαταραχές στα μαθηματικά ($N = 67$, 37 αγόρια και 30 κορίτσια ηλικίας 8-12 ετών $M = 10,15$ $SD = 1,10$) είχαν μια δήλωση της δυσαριθμησία μετά από αξιολόγηση σε ένα Κέντρο Διάγνωσης, Αξιολόγησης και Υποστήριξης, όπως απαιτείται από το ελληνικό δίκαιο. Μια ομάδα σύγκρισης χωρίς δυσκολίες μάθησης αντιστοιχήθηκε χωριστά με την ομάδα παιδιών με δυσαριθμησία ανάλογα με την ηλικία, το φύλο και το βαθμό ($N = 67$, 37 αγόρια και 30 κορίτσια, ηλικίας 8-12 ετών, $M = 10,24$ $SD = 1,12$). Η στατιστική ανάλυση αποκάλυψε ότι τα παιδιά με δυσαριθμησία είχαν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερες μέσες βαθμολογίες σωστών απαντήσεων και μεγαλύτερες χρονικές λανθάνουσες περιόδους σε όλες τις εργασίες σε σύγκριση με τους μέσους όρους των συνομηλίκων τους που συμμετείχαν στην ομάδα σύγκρισης. Αυτά τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι τα παιδιά με δυσαριθμησία παρουσιάζουν αρκετά ελλείμματα στα γνωστικά συστήματα, εκτός από τα βασικά αριθμητικά.

Ένα σημαντικό στοιχείο της μελέτης των Zygorisetal., (2017) ήταν ότι το διαδίκτυο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για τη διεξαγωγή διαδικασίας ελέγχου παιδιών με δυσαριθμησία. Η χρήση υπολογιστών για την αναγνώριση των παιδιών με μαθησιακές δυσκολίες αυξάνεται σταθερά στους τομείς της ψυχολογίας και της εκπαίδευσης. Το κύριο πλεονέκτημα των υπολογιστικών συστημάτων σε συντηρητικές μεθόδους διάγνωσης είναι ότι η αξιολόγηση των γνωστικών δεξιοτήτων είναι πιο ακριβής. Επίσης, δεδομένου ότι οι υπολογιστές μπορούν να επιτύχουν

απόδοση από άποψη ορθών ή λανθασμένων απαντήσεων και λανθάνοντος χρόνου, μπορούν να προσφέρουν σημαντική εξοικονόμηση χρόνου και εργασίας (Singleton et al., 2000).

Ωστόσο, η αξιολόγηση με βάση τον υπολογιστή δεν μπορεί ποτέ να αντικαταστήσει τη διάγνωση από έναν εξειδικευμένο επαγγελματία, ή καλύτερα από μια πολυεπιστημονική ομάδα ανθρώπων με διαφορετικές δεξιότητες, δηλαδή ψυχολόγους, εκπαιδευτικούς ή άλλους επαγγελματίες που έχουν τα προσόντα να εκτελούν αξιολογήσεις. Επίσης, η πολυεπιστημονική ομάδα που μπορεί να παράσχει την αξιολόγηση μπορεί επίσης να κατασκευάσει ένα πρόγραμμα παρέμβασης το οποίο πρέπει να ακολουθήσει τόσο το παιδί με δυσαριθμησία όσο και το σχολείο (Zygouris et al., 2017). Εν κατακλείδι, οι έλεγχοι με βάση τον υπολογιστή, υπό τον όρο ότι είναι έγκυροι, μπορούν να είναι μόνο ένα υποστηρικτικό εργαλείο στη διάγνωση.

4.4 Παρεμβάσεις για τις μαθηματικές δυσκολίες μάθησης

Η αντιμετώπιση των μαθητών με μαθηματικές δυσκολίες μάθησης είναι πολύπλοκη λόγω της ετερογένειας στην παρουσίασή τους και των υποτιθέμενων υποκείμενων μηχανισμών, οι οποίοι φαίνεται να εμπλέκουν ελλείψεις σε συγκεκριμένες μαθηματικές δεξιότητες, καθώς και σε γενικότερους τομείς που μπορεί να διαμεσολαβούν στη μαθηματική ικανότητα, όπως η προσοχή, η μνήμη, η συμπεριφορά στην τάξη, η μαθηματική αυτοεκτέλεση και το άγχος (Fuchs 2010, Geary 2012, Kaufmann 2012).

Η πλειοψηφία της ερευνητικής δραστηριότητας έχει εμπλακεί στην ανάπτυξη και αξιολόγηση στοχοθετημένων μαθηματικών παρεμβάσεων που περιλαμβάνουν τη διδασκαλία αριθμητικών δεξιοτήτων στους μαθητές. Ωστόσο, δεδομένης της σειράς

των μη-αριθμητικών ελλειμμάτων που εμπλέκονται στις μαθηματικές δυσκολίες μάθησης, πρέπει να αξιολογηθεί επίσης η αποτελεσματικότητα άλλων σχετικών παρεμβάσεων για τη βελτίωση των μαθηματικών δυσκολιών μάθησης των παιδιών. Οι παρεμβάσεις αυτές περιλαμβάνουν: (1) στοχοθετημένες παρεμβάσεις στα μαθηματικά, (2) συμπεριφορικές και ψυχολογικές παρεμβάσεις, (3) μη επεμβατικές τεχνολογίες εγκεφαλικής διέγερσης και (4) παρεμβάσεις πολλαπλών συνιστωσών που περιλαμβάνουν δύο ή περισσότερες από τις προηγούμενες παρεμβάσεις. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι, ενώ πολλές από αυτές τις παρεμβάσεις μπορεί να μην επισημανθούν ως ειδικά στοχευμένες στα μαθηματικά, μπορεί να περιλαμβάνουν τη μαθηματική απόδοση ως στόχο του προγράμματος.

4.4.1 Στοχοθετημένες παρεμβάσεις μαθηματικών

Οι στοχευμένες παρεμβάσεις μαθηματικών αποσκοπούν στην αποκατάσταση των δεξιοτήτων σε έναν ή περισσότερους αριθμητικούς τομείς. Μπορούν να περιλαμβάνουν διάφορα στοιχεία, όπως: άμεση, ρητή διδασκαλία, χρήση γνωστικών υλικών / στρατηγικών, μαθητικές εκδοχές μαθηματικών συλλογισμών, χρήση οπτικών αναπαραστάσεων κατά την επίλυση προβλημάτων, παροχή εύρους και ακολουθίας παραδειγμάτων, επαναλαμβανόμενη πρακτική και διορθωτική ανατροφοδότηση (Kroesbergen 2003, Gersten 2009).

Τέτοιες παρεμβάσεις μπορεί να διαφέρουν από το ένα παιδί στο άλλο σε σχέση με διάφορους παράγοντες, μεταξύ των οποίων: η χρησιμοποίηση εξατομικευμένων προγραμμάτων για τα συγκεκριμένα παιδιά ή η χρήση μιας ευρύτερης προσέγγιση ομάδας / τάξης, η ένταση και η διάρκεια της παρέμβασης, τις χρησιμοποιούμενες διαδικασίες διδασκαλίας και την ηλικία και το αριθμό των μαθητών (Dowker 2005). Παραδείγματα στοχοθετημένων παρεμβάσεων που έχουν

αξιολογηθεί με τη χρήση μιας σειράς τυχαίων και σχεδόν πειραματικών μεθόδων περιλαμβάνουν τα εξής: PirateMath, Maths Flash, Fluency and Automaticity through System-atic Teaching with Technology (FASTT Math), Number Worlds, The Number Race and Catch Up Numeracy (Wilson 2006; Fuchs 2009; Kroeger 2012; Cohen Kadosh 2013; Holmes 2013).

Οι στοχοθετημένες παρεμβάσεις μαθηματικών βασίζονται στην προϋπόθεση ότι η άμεση εκπαίδευση και η διδασκαλία στα μαθηματικά οδηγεί σε καλύτερο αποτέλεσμα παρά στην παροχή κατάρτισης για τη βελτίωση των γνωστικών ελλειμμάτων σε μη μαθηματικούς τομείς (π.χ. μνήμη εργασίας ή προσοχή), ακόμη και αν τα ελλείμματα αυτά εμπλέκονται στις μαθηματικές δυσκολίες μάθησης (Swanson 1999). Οι στρατηγικές που χρησιμοποιούνται στις στοχοθετημένες παρεμβάσεις μαθηματικών, πιστεύεται ότι αναπτύσσουν τα ποσοτικά (π.χ. 5 αντικείμενα), λεκτικά (π.χ. "πέντε") και οπτικά αφηρημένα (π.χ. αριθμητικά 5) (Dehaene 2005, Butterworth 2010b), καθώς και τη βελτίωση της κωδικοποίησης και ανάκτησης των βασικών αριθμητικών στοιχείων (Geary 2012). Έχοντας μια αίσθηση της διανοητικής αριθμητικής γραμμής υποτίθεται ότι έχει θεμελιώδη σημασία για την αριθμητική συλλογιστική και για τον διανοητικό υπολογισμό και επεκτείνει το σημασιολογικό εύρος της έννοιας του αριθμού σε ένα πιο περίπλοκο και αφηρημένο επίπεδο (Kaufmann 2012).

Οι μαθητές πιστεύεται επίσης ότι αναπτύσσουν μαθηματική ικανότητα μέσω της λεξικοποίησης των μαθηματικών συλλογισμών, της εξειδικευμένης πρακτικής και της λήψης λεπτομερών διορθωτικών ανατροφοδοτήσεων. Η επιμέλεια γίνεται για να αγκυροβολήσει την αυτορρύθμιση των μαθητών και να τους ενθαρρύνει να χρησιμοποιήσουν μια βήμα-βήμα στρατηγική λύσης και όχι μια πιο τυχαία, παρορμητική προσέγγιση (Swanson 2000, Gersten 2009). Η επαναλαμβανόμενη πρακτική φαίνεται να ενθαρρύνει την αυτόματη ανάκληση του περιεχομένου της μάθησης, μειώνοντας έτσι τη ζήτηση στη μνήμη εργασίας. Αυτή η ζήτηση είναι ιδιαίτερα υψηλή σε πολυψήφιους υπολογισμούς με μεταφορά, όπου τα προσωρινά

αποτελέσματα πρέπει να διατηρηθούν και να χειραγωγηθούν (π.χ. προσθήκη 87 και 45) (Slavin 2009). Η συνεχής διορθωτική ανατροφοδότηση και η συσχέτιση των λεπτομερών γνώσεων σχετικά με τις επιδόσεις μπορούν επίσης να επιτύχουν θετικά αποτελέσματα μέσω της θετικής ενίσχυσης των ακριβών απαντήσεων και μέσω του καθορισμού στόχων (Gersten 2009). Οι παρεμβάσεις με βάση τον υπολογιστή μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμες από την άποψη αυτή, καθώς μπορούν να σχεδιαστούν ώστε να προσαρμόζονται για διαφορετικά χαρακτηριστικά απόδοσης και να παρέχουν εντατική εκπαίδευση σε ένα διεγερτικό περιβάλλον. Επιπλέον, οι έρευνες υποδηλώνουν ότι η φύση της ανταμοιβής αυτής της διδασκαλίας μπορεί να δράσει στο ντοπαμινεργικό σύστημα που εμπλέκεται στην πλαστικότητα (Lisman 2011).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί, ωστόσο, ότι οι προηγούμενες ανασκοπήσεις και μετα-αναλύσεις των στοχοθετημένων μαθηματικών παρεμβάσεων έχουν αναφέρει ασυνεπή αποτελέσματα, με μεγέθη επιπτώσεων που κυμαίνονται από -0,44 έως πάνω από 3 (Xin 1999, Kroesbergen 2003, Gersten 2009, Coddling 2011, Ise 2012, Fischer 2013). Επομένως, δεν είναι σαφές σε ποιο βαθμό οι στοχευμένες παρεμβάσεις των μαθηματικών είναι αποτελεσματικές και ποιες μεταβλητές θα μπορούσαν να εξηγήσουν τα διαφορετικά ευρήματα. Παραλλαγές στα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων και τα σχέδια μελέτης μπορεί να εμπλέκονται. Για παράδειγμα, μία ανασκόπηση περιελάμβανε μόνο παιδιά με συγκεκριμένες μαθηματικές δυσκολίες μάθησης (Kroesbergen 2003), ενώ άλλες συγκέντρωναν αποτελέσματα σε όσους είχαν συγκεκριμένες μαθηματικές δυσκολίες μάθησης και σε άτομα με μαθηματικές δυσκολίες μάθησης στο πλαίσιο γενικών γνωστικών αναπηριών (Xin 1999, Gersten 2009, Coddling 2011).

Επιπλέον, όλες οι ανασκοπήσεις εκτός από μία (Gersten, 2009) συνδυάζουν τα αποτελέσματα σε ένα ευρύ φάσμα σχεδιασμών μελέτης, όπως: RCTs, μελέτες μεμονωμένων περιπτώσεων, μελέτες πριν από τη μελέτη (μη ελεγχόμενες) και μη ελεγχόμενες μελέτες. Ως εκ τούτου, οι μελέτες περιελάμβαναν ποικίλη ποιότητα, με μονόπλευρα σχέδια αξιοσημείωτα για την παραγωγή ιδιαίτερα αυξημένων μεγεθών

αποτελεσμάτων (Busse 1995). Η ανασκόπηση από τον Gersten (2009) περιελάμβανε μόνο RCTs και θεραπευτική αγωγή έναντι σχεδίων θεραπείας, αλλά τα μεγέθη αποτελεσμάτων συγκεντρώνονταν μαζί.

Επιπρόσθετα, παρόλο που πολλά RCT δείχνουν ότι αυτές οι παρεμβάσεις μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικές από τις συγκριτικές για τους περισσότερους μαθητές με μαθηματικές δυσκολίες μάθησης, εντούτοις, δεν δουλεύουν για όλα τα παιδιά (Fuchs 2008). Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το ετερογενές προφίλ των μαθηματικών δυσκολιών μάθησης στα παιδιά, καθώς και η ανεπαρκής εξέταση των ατομικών ελλειμμάτων χρησιμοποιώντας τυποποιημένες μαθηματικές εξετάσεις, μπορεί μερικές φορές να σημαίνει ότι μια παρέμβαση με βάση την ομάδα δεν είναι επαρκώς στοχευμένη στις ανάγκες κάθε παιδιού (Dowker 2005). Επομένως, είναι σημαντικό να συγκρίνουμε την αποτελεσματικότητα των ατομικών / ομαδικών μαθηματικών παρεμβάσεων για παιδιά, καθώς και να εξετάζουμε παρεμβάσεις που συνδυάζουν τόσο ατομικά όσο και ομαδικά στοιχεία.

Οι διακυμάνσεις στην αποτελεσματικότητα μπορεί επίσης να σχετίζονται με περαιτέρω παρέμβαση και τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού. Παραδείγματος χάριν, τα στοιχεία για τη σχέση μεταξύ μεγέθους αποτελέσματος και έντασης / διάρκειας της παρέμβασης είναι μικτά: δύο αναθεωρήσεις διαπίστωσαν ότι οι μικρότερες παρεμβάσεις ήταν πιο αποτελεσματικές (Kroesbergen 2003, Gersten 2009), ενώ άλλες δεν ανέφεραν καμία σχέση μεταξύ μεγέθους αποτελέσματος και διάρκειας θεραπείας (Fischer 2013), ενώ η μετα-ανάλυση του Coddling (2011) διαπίστωσε ότι πιο σύνθετες θεραπείες (3+ στοιχεία θεραπείας) που εφαρμόστηκαν για λιγότερο από 30 συνεδρίες παρήγαγαν μεγαλύτερα μεγέθη αποτελεσμάτων. Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, οι νεώτεροι συμμετέχοντες μπορούν να επωφεληθούν περισσότερο από τις παρεμβάσεις από τα μεγαλύτερα παιδιά (Shalev 2004, Gersten 2009).

Επιπλέον, τα προκαταρκτικά στοιχεία δείχνουν ότι οι μεταβλητές ανισότητας (π.χ. χαμηλή κοινωνικοοικονομική κατάσταση (SES), φύλο και τόπος διαμονής) μπορεί να συνδέονται με φτωχότερα αποτελέσματα από μια στοχευμένη μαθηματική παρέμβαση (Siegler 2008, Wilson 2009). Πράγματι, τέτοιες μεταβλητές ανισότητας μπορούν να μειώσουν την πρόσβαση σε κατάλληλες παρεμβάσεις ή εκπαίδευση. Για παράδειγμα, πολλές λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες δεν διαθέτουν εκπαιδευτικούς με μαθηματική κατάρτιση σε δευτεροβάθμια εκπαίδευση και η συμμετοχή των μαθητών είναι χαμηλή, ιδιαίτερα μεταξύ των κοριτσιών (Royer 2007, Anderson 2009, Price 2013).

Επομένως, υπάρχει ανάγκη αναθεώρησης για να συμπεριληφθούν σχέδια υψηλής ποιότητας μελέτης και να αναληφθούν αναλύσεις συντονιστών που μπορούν να βοηθήσουν στην εξήγηση των διακυμάνσεων της αποτελεσματικότητας της παρέμβασης.

4.4.2 Συμπεριφοριστικές και ψυχολογικές επεμβάσεις

Οι συμπεριφοριστικές και ψυχολογικές παρεμβάσεις μπορεί να μην αφορούν άμεσα τις μαθηματικές δεξιότητες. Ωστόσο, υπάρχει ένα αυξανόμενο σύνολο αποδεικτικών στοιχείων ότι η ακαδημαϊκή ικανότητα (συμπεριλαμβανομένης της μαθηματικής ικανότητας) επηρεάζεται από τις στάσεις και τις συμπεριφορές των μαθητών που διευκολύνουν τη συμμετοχή τους και την ικανότητα να επωφεληθούν από την ακαδημαϊκή διδασκαλία στην τάξη (Dipeolu 2006). Αυτές οι συμπεριφορές και ψυχολογίες αποκαλούνται «ακαδημαϊκοί παράγοντες» και περιλαμβάνουν τα κίνητρα, τη δέσμευση, τις κοινωνικές και συμπεριφορικές δεξιότητες που διαμεσολαβούν στην ακαδημαϊκή επάρκεια. Έτσι, οι συμπεριφορικές και ψυχολογικές παρεμβάσεις που βελτιώνουν τις ακαδημαϊκές δυνατότητες μπορούν

δυνητικά να οδηγήσουν σε βελτιώσεις στη μαθηματική απόδοση. Για παράδειγμα, η αντιμετώπιση της αυτοεκτίμησης, της ανάλυσης των καθηκόντων και της σχολικής φοβίας αποτελούν βασικές εστίες πολλών παρεμβατικών συμβουλών για τη γνωσιακή συμπεριφορά και οι εν λόγω ακαδημαϊκοί παράγοντες έχουν δείξει ότι βελτιώνουν την προσπάθεια, την επιμονή και τα επιτεύγματα των μαθητών για μια σειρά ακαδημαϊκών αποτελεσμάτων (Pintrich 2002, Shechtman 2005). Επιπλέον, η ικανότητα των μαθητών να συμμετέχουν ενεργά και να ασχολούνται με την ακαδημαϊκή διδασκαλία σχετίζεται με βελτιωμένα ακαδημαϊκά αποτελέσματα (Greenwood 2002).

Παραδείγματα εμπλοκής περιλαμβάνουν την προετοιμασία για τα μαθήματα, την τήρηση των προθεσμιών, την κατάλληλη σχολική συμπεριφορά, την παρακολούθηση των οδηγιών και την ολοκλήρωση των εργασιών για το σπίτι. Ως εκ τούτου, οι παρεμβάσεις που στοχεύουν στην απροσεξία και την καταστροφική συμπεριφορά των μαθητών, όπως τα σχολικά προγράμματα ή τα προγράμματα διαχείρισης τάξεων, μπορεί να είναι χρήσιμες για την ενίσχυση των μαθηματικών δυσκολιών μάθησης των μαθητών (Shalev 2004). Για παράδειγμα, οι μελέτες των Fuchs (2010) και Geary (2012) δείχνουν ότι η προσοχή στην τάξη συμβάλλει άμεσα ή έμμεσα σε συγκεκριμένες και γενικές γνωσιακές δυσκολίες που σχετίζονται με το τις μαθηματικές δυσκολίες μάθησης. Επιπλέον, μια μετα-ανάλυση που διεξήχθη από τον Swanson (1998) διερεύνησε τις επιδράσεις μιας σειράς συμπεριφορικών, κοινωνικών και ακαδημαϊκών παρεμβάσεων στην απόδοση των εφήβων με μαθησιακές δυσκολίες (κυρίως με άτομα με αναπηρίες ανάγνωσης, αλλά συμπεριλαμβανομένων των μαθηματικών δυσκολιών μάθησης σε μερικές μελέτες) και βρήκε ωφέλιμες επιπτώσεις σε σχέση με τον κοινωνικό, γνωστικό και ακαδημαϊκό τομέα, συμπεριλαμβανομένων των μαθηματικών επιδόσεων.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι συμπεριφορικές και ψυχολογικές παρεμβάσεις συνήθως στοχεύουν σε «ακαδημαϊκούς παράγοντες» που έχουν αποδειχθεί ότι μεσολαβούν (συμπεριλαμβανομένης της μαθηματικής απόδοσης)

(Swanson 1998, Fuchs 2010, Geary 2012). Οι ακαδημαϊκοί παράγοντες συμπεριλαμβάνουν την ανάπτυξη της κινητικότητας των μαθητών, της εμπλοκής τους, της εμπέδωσης και των κατάλληλων κοινωνικών και συμπεριφορικών δεξιοτήτων, καθώς και τη χρήση γνωστικών, συμπεριφορικών και θεραπευτικών τεχνικών για την αντιμετώπιση του άγχους των μαθηματικών και της σχολικής φοβίας. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να αντιμετωπίζονται τέτοιου είδους παράγοντες σε παιδιά με μαθηματικές δυσκολίες μάθησης, λαμβάνοντας υπόψη τις εμπειρικές ενδείξεις ότι τα παιδιά αυτά διαφέρουν από τα υπόλοιπα παιδιά όσον αφορά τη συμπεριφορά και τις μεταβλητές προσωπικότητας, συμπεριλαμβανομένης της χαμηλής αυτοεκτίμησης, του τρόπου ελέγχου και της ιδιοσυγκρασίας (Greenwood 2002, Shechtman 2005). Οι παρεμβάσεις διαχείρισης σχολικής τάξης / ομάδας, οι θεραπείες γνωστικής συμπεριφοράς και η ατομική συμβουλευτική / θεραπεία χρησιμοποιούν μια ποικιλία συμπεριφορικών και ψυχοθεραπευτικών τεχνικών που μπορούν να στοχεύουν στους ακαδημαϊκούς παράγοντες που μεσολαβούν στην ακαδημαϊκή απόδοση. Αυτές οι τεχνικές περιλαμβάνουν τη μοντελοποίηση, την προπόνηση, την πρόβα, την ενίσχυση, την αυτο-ομιλία, τη χαλάρωση, την αντανάκλαστική ακρόαση, την ανταλλαγή συναισθημάτων και τις γνωστικές στρατηγικές ανασχηματισμού (Shechtman 2005, Wilson 2007, Kaufmann 2012, McGilloway 2012).

4.4.3 Μη επεμβατική εγκεφαλική διέγερση

Αναδύομενα στοιχεία υποδηλώνουν ότι η μη επεμβατική εγκεφαλική διέγερση (non-invasive brain stimulation - NIBS) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη ρύθμιση της εγκεφαλικής δραστηριότητας και να έχει θετική επίδραση στις βασικές αριθμητικές δεξιότητες (Cohen Kadosh, 2013). Οι τεχνικές NIBS μπορούν να

περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων μεθόδων, νευροανατροφοδότηση (neurofeedback - NFB), ενδοκρανιακός μαγνητικός ερεθισμός (transcranialmagneticstimulation- TMS) και ενδοκρανιακή ηλεκτρική διέγερση (transcranialelectricalstimulation- TES). Η διέγερση διακρανιακού συνεχούς ρεύματος (Transcranialdirectcurrentstimulation- TDCS) είναι μια συνήθης μορφή TES. Το NFB και το TDCS έχουν χρησιμοποιηθεί στη θεραπεία των μαθηματικών δυσκολιών μάθησης. Το TMS δεν χρησιμοποιείται σήμερα λόγω του κινδύνου εμφάνισης επιληπτικών κρίσεων (Cohen Kadosh 2012).

Το NFB είναι ένας τύπος βιοανάδρασης που χρησιμοποιεί εκδηλώσεις εγκεφάλου σε πραγματικό χρόνο - συνηθέστερα ηλεκτροεγκεφαλογραφία (EEG), για να διδάξει την αυτορρύθμιση της λειτουργίας του εγκεφάλου. Συνήθως, οι αισθητήρες τοποθετούνται στο τριχωτό της κεφαλής για τη μέτρηση της δραστηριότητας, με τις μετρήσεις να εμφανίζονται χρησιμοποιώντας οθόνες βίντεο ή ήχο. Μελέτες σχετικά με τις επιδράσεις του NFB στα παιδιά με μαθηματικές δυσκολίες μάθησης είναι περιορισμένες, αλλά πιστεύεται ότι η αύξηση της αναλογίας των εγκεφαλικών ρυθμών θήτα και βήτα μπορεί να βελτιώσει τις γνωστικές διαταραχές της προσοχής που σχετίζονται με τις μαθηματικές δυσκολίες μάθησης (Gottfried 2010). Μια τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή (randomised controlled trial - RCT), η οποία διεξήχθη με 28 μαθητές δημοτικού με μαθηματικές δυσκολίες μάθησης, έδειξε ότι η NFB (βασισμένη στην ενίσχυση της αναλογίας beta / theta στην περιοχή CZ στο αριστερό αυτί) βελτίωσε τα μαθηματικά αποτελέσματα σε μια τυποποιημένη μαθηματική δοκιμασία σε σύγκριση με τα παιδιά που έλαβαν εικονικό φάρμακο (Hashemian 2015). Το αποτέλεσμα ήταν επίσης εμφανή σε μονοετή παρακολούθηση. Δυστυχώς, η μελέτη δεν ανέφερε ποιοι μαθηματικοί τομείς βελτιώθηκαν.

Το TDCS περιλαμβάνει την παροχή αδύναμων ηλεκτρικών ρευμάτων (π.χ. 1-2 mA) μέσω ηλεκτροδίων, συνήθως στο μέγεθος των 25-35 cm², τα οποία τοποθετούνται πάνω στο τριχωτό της κεφαλής. Όταν το ρεύμα εφαρμόζεται σε σύντομο χρονικό διάστημα (20 λεπτά), περνάει ανώδυνα μέσω του κρανίου και

μεταβάλλει τη σπονδυλική νευρική δραστηριότητα (Fritsch 2010). Πρόσφατες μελέτες RCT υποδηλώνουν ότι το TDCS βελτίωσε τις βασικές αριθμητικές δεξιότητες, την αριθμητική αιτιολογία και την αυτοματοποίηση σε ενήλικες με μαθηματικές δυσκολίες μάθησης, συμπεριλαμβανομένου ενός αποτελέσματος μεταφοράς σε νέο υλικό και την μακροπρόθεσμη αποτελεσματικότητα στις λειτουργίες του εγκεφάλου στην διεγερμένη περιοχή του εγκεφάλου που υποτίθεται ότι συμβάλλει στη νοηματική διάγνωση (Cohen Kadosh 2010, Iuculano 2013, Snowball 2013). Άλλες πειραματικές μελέτες έχουν διαπιστώσει ότι το TDCS μπορεί επίσης να βελτιώσει την προσοχή, τη μνήμη εργασίας, τη γλώσσα και τις εκτελεστικές λειτουργίες (Cohen Kadosh 2013). Τα αποτελέσματα μέχρι σήμερα έχουν δείξει ότι οι πιο αποτελεσματικές βελτιώσεις συνδέονται με την ενθάρρυνση που συνδυάζεται με μια σύντομη παρέμβαση μαθηματικής κατάρτισης και ότι ο χρονισμός της διέγερσης σε σχέση με την απόδοση της εργασίας έχει σημαντικές επιπτώσεις (Stagg 2011).

Οι μαθηματικές δυσκολίες μάθησης εμφανίζονται να συνδέονται με τα συγκεκριμένα ελλείμματα στα μαθηματικά, καθώς και με γενικά γνωστικά ελλείμματα (Geary 2012). Το NFB υποτίθεται ότι βελτιώνει τις μαθηματικές επιδόσεις μέσω της διαμόρφωσης γνωστικών διαταραχών έλλειψης προσοχής που σχετίζονται με τις μαθηματικές δυσκολίες μάθησης (Gottfried 2010). Το TDCS διεγείρει τις περιοχές του εγκεφάλου που υποτίθεται ότι επηρεάζουν άμεσα τις μαθηματικές ικανότητες, καθώς επίσης και επηρεάζουν τα γενικά γνωστικά ελλείμματα στους τομείς της προσοχής, της μνήμης εργασίας, της γλώσσας και των εκτελεστικών λειτουργιών, τα οποία σχετίζονται επίσης με τις μαθηματικές δυσκολίες μάθησης (Cohen Kadosh 2010).

Ειδικότερα, η έρευνα δείχνει ότι οι επιδράσεις του TDCS εξαρτώνται από την πρωτεϊνική σύνθεση και συνοδεύονται από διάφορους μηχανισμούς, συμπεριλαμβανομένων των τροποποιήσεων των ενδοκυτταρικών κυτταρικών μονοφωσφορικών ακενοσίνης (cAMP) και ασβεστίου, του νευροτροφικού παράγοντα

που προέρχεται από τον εγκέφαλο και της ενεργοποίησης υποδοχέων αδενοσίνης A1 (Márquez-Ruiz 2012). Μελέτες φασματοσκοπίας μαγνητικού συντονισμού (MRS) διαπίστωσαν επίσης μεταβολή στην τοπική συγκέντρωση γάμμα αμινοβουτυρικού οξέος (GABA) και γλουταμικού οξέος (Cohen Kadosh 2010).

Αυτοί οι μηχανισμοί συνδέονται με την απόκτηση της αυτόματης επεξεργασίας αριθμών και τη χαρτογράφηση του αριθμού στο χώρο, τόσο σημαντικούς δείκτες αριθμητικής επάρκειας, όσο και ανταλλαγή ορισμένων χαρακτηριστικών με μακροχρόνια δυναμική (Stagg 2009, Castillo 2011).

4.4.4 Πολλαπλές παρεμβάσεις / παρεμβάσεις πολλών συστατικών

Οι μαθηματικές δυσκολίες μάθησης είναι ετερογενείς και αυτό που δουλεύει για ένα άτομο μπορεί να μην δουλεύει για κάποιο άλλο. Συνεπώς, εμπειρογνώμονες και γιατροί προτείνουν ότι πολλοί διαφορετικοί τύποι θεραπευτικών / πολυσυστατικών παρεμβάσεων μπορεί να είναι απαραίτητοι για να στοχεύσουν το φάσμα των ελλειμμάτων που σχετίζονται με τις μαθηματικές δυσκολίες μάθησης. Αυτές μπορεί να περιλαμβάνουν συνδυασμό συνδυασμένων μαθηματικών παρεμβάσεων, συμπεριφορικών, ψυχολογικών και / ή φαρμακολογικών παραγόντων που αφορούν τόσο αριθμητικές όσο και μη-αριθμητικές ελλείψεις που σχετίζονται με τις μαθηματικές δυσκολίες μάθησης (Kaufmann 2012). Παραδείγματα συνδυαστικών παρεμβάσεων μπορεί να περιλαμβάνουν: στοχευμένη μαθηματική εκπαίδευση που παρέχεται σε συνδυασμό με CBT (Shechtman 2005), η TDCS σε συνδυασμό με μια στοχοθετημένη μαθηματική παρέμβαση (Snowball 2013) ή προγράμματα συμπεριφοράς που παρέχονται με φαρμακολογία για όσους έχουν μαθηματικές δυσκολίες μάθησης σε συνδυασμό με ΔΕΠΥ (Reid 2005, Zentall 2007).

. Οι μαθηματικές δυσκολίες μάθησης είναι πολύπλευρες και ετερογενείς και τα προγράμματα που στοχεύουν τόσο σε αριθμητικά όσο και σε μη αριθμητικά

ελλείμματα (π.χ. προσοχή, συμπεριφορά στην τάξη, αυτο-αποτελεσματικότητα) ενδέχεται να είναι πιο αποτελεσματικά από ένα πρόγραμμα που στοχεύει σε έναν μόνο από αυτούς τους τομείς (Zentall 2007, Kaufmann 2012).

4.5 Αποκατάσταση Δυσαριθμησίας

Η θεραπεία παιδιών και εφήβων με δυσαριθμησία είναι μια περίπλοκη διαδικασία εξαιτίας της ετερογένειας της διαταραχής και των διαταραχών που συχνά συνδέονται με αυτήν. Για την καλύτερη πιθανότητα διαρκούς θεραπευτικού οφέλους, η θεραπεία θα πρέπει να προσαρμόζεται μεμονωμένα στις διαπιστώσεις της διαγνωστικής αξιολόγησης. Θα πρέπει να προσαρμόζεται στο ατομικό γνωστικό λειτουργικό προφίλ του ασθενούς και μπορεί να ενσωματώνει φάρμακα και ψυχοθεραπεία, αν αυτά προκαλούνται από σοβαρές ψυχοπαθολογικές εκδηλώσεις όπως άγχος, ή ΔΕΠΥ (Galonska & Kaufmann, 2006).

Παρόλο που η διαταραχή είναι ετερογενής, ορισμένες πτυχές των δεξιοτήτων αριθμητικών υπολογισμών φαίνεται να είναι ιδιαίτερα συχνές και χαρακτηριστικές για ασθενείς με δυσαριθμησία. Οι ακόλουθες δεξιότητες είναι ιδιαίτερα σημαντικές για τις ειδικές πτυχές κάθε τομέα της θεραπείας (Kaufmann & von Aster, 2012):

- βασικές αριθμητικές δεξιότητες,
- η δημιουργία και εδραίωση πολυσωματικών παραστάσεων,
- η ανάπτυξη της αριθμητικής συλλογιστικής,
- διαδικαστικές γνώσεις, και
- η αυτοματοποίηση των πραγματικών γνώσεων.

Όλες αυτές οι δεξιότητες βασικά εξαρτώνται από επιτυχώς αποκτημένα επίπεδα κατανόησης, σε συνεχή αλληλεπίδραση με την εξάσκηση δεξιοτήτων για την εδραίωσή τους. Για παράδειγμα, όταν ένα παιδί αποκτά αριθμητικά στοιχεία, πρέπει να δοθεί προσοχή στη βασική αριθμητική συλλογιστική, καθώς και στη συχνή πρακτική.

Σύμφωνα με τον Khing(2016) προτείνονται τα ακόλουθα διορθωτικά προγράμματα για τη αποκατάσταση των αριθμητικών διαταραχών (δυσαριθμησία):

- Ενθάρρυνση των εκπαιδευτικών να έχουν σαφή αντίληψη για τη βασική γνώση των μαθηματικών αρχών, των εννοιών του λεξιλογίου, των συμβόλων και των τύπων ακολουθίας των βημάτων για τον υπολογισμό στα πρώτα στάδια.
- Πρέπει να υπάρξει μια στενή σχέση μεταξύ δασκάλου και μαθητών. Ο δάσκαλος ως παρακινητής πρέπει να δώσει ιδιαίτερη προσοχή σε κάθε μαθητή και να δημιουργήσει δραστηριότητες στην τάξη κατά τρόπον ώστε να επιτρέπει στους μαθητές να μοιράζονται τις προσωπικές τους εμπειρίες που προκαλούν μαθησιακές δυσκολίες και να διευκρινίζουν ελεύθερα τις αμφιβολίες τους.
- Μέσω τη χρήση διαθέσιμων χαμηλού ή χωρίς κόστος υλικών, τα παιδιά μπορούν να ανακαλύψουν τους τύπους, ή τη γενίκευση. Για παράδειγμα, χρήση βοτσάλων για πρόσθεση κλπ.
- Αυτο-μελέτη: τα παιδιά με δυσαριθμησία μπορούν να βελτιωθούν μέσω της ανεξάρτητης μελέτης του ατόμου. Η αυτοδιδασκαλία μπορεί να διατηρηθεί δίνοντας εργασία για το σπίτι ή εντολές. Ο δάσκαλος θα πρέπει να ενθαρρύνει τους μαθητές να είναι αυτοσυντηρημένοι στις σπουδές και επίσης να τους κάνει να καλλιεργούν τη συνήθεια της καθοδήγησης και να λύνουν κάθε πρόβλημα χωρίς εξωτερική βοήθεια.

- **Εποπτευόμενη Μελέτη:** Είναι μια από τις πιο αποτελεσματικές τεχνικές για τα παιδιά με δυσαριθμησία, καθώς υπάρχει άμεση εποπτεία από τους εκπαιδευτικούς. Μπορεί να διεξάγεται σε τακτά χρονικά διαστήματα ή μετά το σχολείο, όπου ένας δάσκαλος μπορεί να είναι υποχρεωμένος να παρακολουθεί και να καθοδηγεί τους μαθητές. Μέσω της εποπτευόμενης μελέτης, τα λάθη και οι μαθησιακές δυσκολίες μπορούν να απομακρυνθούν επί τόπου.
- **Εξάσκηση και πρακτική:** Είναι μια από τις πιο αποτελεσματικές τεχνικές, ευρέως χρησιμοποιούμενη στις μαθησιακές καταστάσεις διδασκαλίας των μαθηματικών. Επιτρέπει ακόμη και στα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες να μάθουν αποτελεσματικά και να έχουν ως αποτέλεσμα την αυτο-βελτίωση και την επαρκή ταχύτητα και ακρίβεια στην επίλυση αριθμητικών προβλημάτων. Οι αρχές, τα βασικά γεγονότα, η φόρμουλα των μαθηματικών πρέπει να απομνημονεύονται μέσω επαρκούς εξάσκησης και πρακτικής, αλλά δεν πρέπει να υπάρχει μεγάλος όγκος δεδομένων. Η εξάσκηση πρέπει να γίνεται με σωστή κατανόηση και σαφή ιδέα για τους στόχους και τους σκοπούς των υλικών.
- **Εργασία στο σπίτι:** Καθώς ο σχολικός χρόνος δεν είναι επαρκής για να παρέχει όλες τις πτυχές του αναλυτικού προγράμματος των μαθηματικών, οι εργασίες στο σπίτι πρέπει να παρέχονται τακτικά για πρακτική άσκηση και να συμπληρώνουν τη διδασκαλία στην τάξη. Ωστόσο, η εργασία στο σπίτι θα πρέπει να ελέγχεται δεόντως και τακτικά και να διορθώνεται από τον εκπαιδευτικό για να αποφευχθεί η χειρότερη συνήθεια της υπεκφυγής και της αντιγραφής.
- **Ανάθεση εργασίας:** Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στην ανάθεση εργασίας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά για τη διδασκαλία

των μαθηματικών καθώς είναι ένα είδος αυτοδιδασκαλίας που συμπληρώνει τη μάθηση στην τάξη, καλλιεργώντας τη συνήθεια και τη συγκέντρωση της μελέτης και μπορεί να γίνει στο σπίτι ή στο σχολείο. Η ανάθεση εργασίας πρέπει να ελέγχεται, να διορθώνεται και να αξιολογείται στο τέλος.

- Χρήση εργαλείων όπως κουμπιά και βότσαλα για τη διδασκαλία των αριθμών. Χρήση οπτικού υλικού και ενίσχυση. Χρήση χαρτιού μιλιμετρέ για δυσκολίες ευθυγράμμισης. Τέλος, το χρονοδιάγραμμα, τα χρώματα, οι κιμωλίες και τα σημάδια βοηθούν στην ενίσχυση της προσοχής των μαθητών.

Οι περισσότερες από τις εμπειρικές μελέτες σχετικά με τις παρεμβάσεις για τη βελτίωση της ικανότητας υπολογισμού διεξήχθησαν στις αγγλοσαξονικές χώρες από επαγγελματίες ειδικής εκπαίδευσης. Ωστόσο, τα συμπεράσματά τους είναι, σε κάποιο βαθμό, ασυνεπή. Μια μετα-ανάλυση των Kroesbergen&vanLuit (2003) από 58 παρεμβατικές μελέτες μεταξύ μαθητών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αποκάλυψε ότι: (α) οι περισσότερες παρεμβάσεις αφορούσαν βασικές αριθμητικές δεξιότητες, (β) οι παρεμβάσεις για την προώθηση βασικών αριθμητικών δεξιοτήτων ήταν αποτελεσματικότερες από παρεμβάσεις για την προώθηση προγνωστικών δεξιοτήτων ή / και στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων, (γ) οι βραχύτερες παρεμβάσεις ήταν αποτελεσματικότερες από τις πιο μακροπρόθεσμες (η διάρκεια των παρεμβάσεων κυμαινόταν από μία εβδομάδα έως ένα έτος στις μελέτες) και (δ) οι παρεμβάσεις που έγιναν αυτοπροσώπως από το διδακτικό προσωπικό («άμεση διδασκαλία») ήταν πιο αποτελεσματικές από εκείνες που έγιναν με τη βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών («διαμεσολαβούμενη διδασκαλία»).

Μια περαιτέρω μετα-ανάλυση των μελετών της εξατομικευμένης παρέμβασης στις αγγλόφωνες χώρες έδειξε ότι η εξατομικευμένη παρέμβαση είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στη βελτίωση της ικανότητας υπολογισμού (), ότι η συγκεκριμένη

μέθοδος παρέμβασης που χρησιμοποιείται καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τον βαθμό αποτελεσματικότητα και ότι οι παρεμβάσεις που καταδεικνύουν την κατανόηση της στρατηγικής είναι πολύ πιο αποτελεσματικές από εκείνες στις οποίες το θέμα μεταδίδεται παθητικά («στρατηγική διδασκαλία» έναντι «άμεσης διδασκαλίας»).

Οι ακόλουθες μέθοδοι παρέμβασης βρέθηκαν ιδιαίτερα αποτελεσματικές (Kaufmann & von Aster, 2012):

- επαναλαμβανόμενη πρακτική.
- κατάτμηση του προβλήματος.
- μικρές, διαδραστικές ομάδες.
- η χρήση δεικτών στη στρατηγική μάθηση.

Μια πρόσφατα δημοσιευμένη μετα-ανάλυση από τους Iseetal. (2012) αξιολόγησε οκτώ μελέτες από τις γερμανόφωνες χώρες. Η συνολική ισχύς του αποτελέσματος ήταν 0,50, η οποία θεωρείται ενδιάμεση τιμή (ούτε ισχυρή ούτε ασθενής). Δεν διαπιστώθηκε καμία διαφορά στην αποτελεσματικότητα μεταξύ των προσεγγίσεων της διδακτέας και της μη-διδακτέας ύλης θεραπείας, αλλά όλες οι παρεμβάσεις τείνουν να είναι πιο αποτελεσματικές όσο περισσότερο και όσο πιο έντονα πραγματοποιούνταν. Τα περισσότερα από τα διαθέσιμα προγράμματα γερμανικής γλώσσας για την προώθηση δεξιοτήτων αριθμητικών υπολογισμών δεν έχουν δοκιμαστεί εμπειρικά για την αποτελεσματικότητά τους και πολλά φαίνεται ότι στερούνται επαρκούς θεωρητικής βάσης.

4.6 Χρήση Η/Υ για αποκατάσταση Δυσαριθμησίας

Ο εγγενής στόχος για να βελτιωθεί η κατανόηση των συμπεριφορικών και νευρικών χαρακτηριστικών της δυσαριθμησίας είναι να ενημερωθεί η ανάπτυξη καλύτερων εκπαιδευτικών παρεμβάσεων. Τα νευροεπιστημονικά τεκμήρια μπορούν να παρέχουν στοχευμένη κατεύθυνση για τις προσεγγίσεις παρέμβασης με τον εντοπισμό κεντρικών νευρογνωστικών μηχανισμών που χρειάζονται αποκατάσταση.

Έχουν αναπτυχθεί δύο προσαρμοστικά ηλεκτρονικά εργαλεία αποκατάστασης βασισμένα σε στοιχεία γνωστικής νευροεπιστήμης με στόχο την αποκατάσταση της δυσαριθμησίας. Το πρώτο, "The Number Race" έχει σχεδιαστεί για να βελτιώσει την ακρίβεια των αναπαραστάσεων αριθμητικού μεγέθους στην δυσαριθμησία (Wilson, Revkin, & Cohen 2006). Το πρόγραμμα ζητά από τα παιδιά να επιλέξουν τις μεγαλύτερες από τις δύο σειρές σημείων και, εκτός από την παροχή ανατροφοδότησης σχετικά με τη σωστή απάντηση, προσαρμόζει την αριθμητική διαφορά μεταξύ των σετ με βάση την απόδοση, καθιστώντας την εργασία ευκολότερη ή δυσκολότερη. Το δεύτερο πρόγραμμα, "Graphogame", ακολουθεί μια παρόμοια λογική με το The Number Race, απαιτώντας από τα άτομα να συγκρίνουν σύνολα αντικειμένων. Σε αντίθεση με το The Number Race, το οποίο επικεντρώνεται στην κατά προσέγγιση εκτίμηση, το πρόγραμμα GraphogameMath επικεντρώνεται στην ακριβή αριθμητικότητα και επιδιώκει να συνδέσει τα αριθμητικά σύμβολα (αραβικά ψηφία). Ενώ και τα δύο προγράμματα στοχεύουν σε γνωσιακές διεργασίες που θεωρούνται κρίσιμες για την ανάπτυξη μαθηματικών δεξιοτήτων, και οι δύο έχουν ως αποτέλεσμα βελτιώσεις στην απόδοση σύγκρισης αριθμών, ώστε το πρόγραμμα οδηγεί σε επιμορφωτικά αποτελέσματα που γενικεύουν την καταμέτρηση και την αριθμητική (Räsänen et al.2009).

Άλλα προγράμματα παρέμβασης, των οποίων οι εκδότες ανέφεραν τη χρήση νευροεπιστημονικών στοιχείων στο σχεδιασμό τους, παρήγαγαν επίσης μικτά αποτελέσματα, είτε παρέχοντας ανεπαρκή στοιχεία για την αξιολόγηση της

αποκατάστασης (π.χ. "Fluency and Automaticity through Systematic Teaching with Technology: FASTT Math"), είτε επιδεικνύοντας θετικά αποτελέσματα που περιορίζονται σε συγκεκριμένα κοινωνικοοικονομικά δημογραφικά στοιχεία (π.χ. "Numberworlds", Griffin 2007) (Kroeger, Brown, & O'Brien, 2012).

Συνεπώς, ενώ ακόμα οι προσπάθειες να εκπαιδεύονται οι πυρήνες των γνωστικών μηχανισμών για την αποκατάσταση της δυσαριθμησίας (δηλ., Επεξεργασία αριθμητικών μεγεθών) δεν φαίνονται να παρέχουν τα αποτελέσματα που θα ελπίζονταν, απαιτούνται πολλά μελλοντικά έργα για να κατανοήσουμε τη σχέση μεταξύ θεμελιωδών ικανοτήτων και δεξιοτήτων υψηλότερου επιπέδου όπως η αριθμητική και τον καλύτερο τρόπο για την ενίσχυση αυτής της δομημένης μάθησης. Με αυτό το πνεύμα, θα είναι πολύ σημαντικό να αναπτυχθούν αποτελεσματικές εκπαιδευτικές παρεμβάσεις για να ενισχυθεί η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι βασικές διαδικασίες και οι υψηλότερες δεξιότητες αλλάζουν, τόσο στη φύση τους όσο και σε σχέση μεταξύ τους, κατά τη διάρκεια της οντογενετικής ανάπτυξης (Price & Ansari, 2013).

4.7 Ο ρόλος των εκπαιδευτικών

Η ιστορία της έρευνας σε μαθηματικές μαθησιακές δυσκολίες έχει τις ρίζες της σε νευροψυχολογικές περιπτωσιολογικές μελέτες που αναφέρθηκαν στις αρχές του 20ου αιώνα. Μια από τις πρώτες μελέτες που ανέφεραν μια περίπτωση ελλειμμάτων υπολογισμού αναφέρθηκε από τους Lewandosky & Stadelmann (1908), οι οποίοι παρατήρησαν έναν ασθενή με αλλοιώσεις του οπίσθιου ημισφαιρίου που είχαν ως αποτέλεσμα μια απομονωμένη βλάβη γραπτού και διανοητικού υπολογισμού (Ardila & Rosselli, 2002). Πριν από αυτό το διάστημα είχε θεωρηθεί ευρέως ότι η βλάβη της αριθμητικής συμβαίνει μόνο ως συνέπεια της αφασίας. Επιπλέον, ο

Lewandosky και ο Stadelmann αποτέλεσαν μόνο ένα σημάδι των μελλοντικών γεγονότων που θα ακολουθήσουν, εξετάζοντας τα ελλείμματα υπολογισμού στα συστατικά μέρη του, αντί να βλέπουν την αριθμητική ως ενιαία κατασκευή. Αυτό είναι ένα ζήτημα που είναι ένα σημαντικό θέμα ακόμη και στις σύγχρονες έρευνες (Gerstern et al., 2007).

Μόλις ένας μαθητής παρουσιάσει σημάδια δυσαριθμησίας και αξιολογηθεί, υπάρχουν διευκολύνσεις και μέθοδοι διδασκαλίας που μπορεί να προσφέρει ένας εκπαιδευτικός. Ορισμένα από αυτά μπορεί να είναι ολοκληρωμένα πακέτα με προγράμματα προβολής. Ο Michaelson (2007) πρότεινε επικαλύψεις χρώματος που μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση της αντανάκλασης για έναν μαθητή. Μπορεί να είναι δύσκολο για έναν μαθητή να δει καθαρά τότε η μαύρη εκτύπωση είναι σε λευκό χαρτί. Η χρήση των διακοπών σελίδας και των σημείων στίξης μπορεί επίσης να βοηθήσει τον μαθητή οπτικά. Μια ιδιαίτερη γραμματοσειρά συνιστάται επίσης για μαθητές που διαβάζουν. Μια γραμματοσειρά sans serif, όπως το Arial ή το Tahoma, είναι μια ευκολότερη γραμματοσειρά για μαθητές με δυσαριθμησία.

Άλλες μέθοδοι που μπορούν να ωφελήσουν τους μαθητές με δυσαριθμησία είναι η χρήση αναγνωστών γραμμών, οι οποίες επισημαίνουν το επιλεγμένο κείμενο και τη χρήση ξεχωριστών προβλημάτων πολλαπλών βημάτων τα οποία μπορούν να παρουσιαστούν σε μικρά διαχειρίσιμα βήματα (Michealson, 2007). Δεδομένου ότι ο μαθητής μπορεί να δυσκολεύεται με τις διαδικασίες, μπορεί να είναι χρήσιμο να χωρίζονται τα προβλήματα σε επιμέρους.

Κατά το σχεδιασμό ενός μαθήματος, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να εξηγήσουν το νόημα και τη σπουδαιότητα των μαθηματικών αντί να επικεντρωθούν στην απομνημόνευση. Εάν η μαθηματική έννοια εξηγηθεί στον μαθητή, ο μαθητής μπορεί να την κατανοήσει με μεγαλύτερη σαφήνεια. Η χρήση υλικών και μαθηματικών εργαλείων, όπως ράβδοι cuisenaire και άβακες, μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές με νόημα. Αυτές οι ιδιαίτερες δεξιότητες ενσωματώνουν τα μαθηματικά και δεν είναι

μόνο ωφέλιμα για τον μαθητή στο παρόν, αλλά και στο μέλλον (Wadlington & Wadlington, 2008).

Δεδομένου ότι οι μαθητές με δυσαριθμησία μπορεί να χρειαστούν περισσότερο χρόνο για να λύσουν τα προβλήματα, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να το εξετάσουν καθώς προγραμματίζουν ένα μάθημα. Είναι επίσης σημαντικό να διδάσκονται η διαχείριση του χρόνου και οι δεξιότητες οργάνωσης, τα οποία μπορούν να είναι πολύ ωφέλιμα για τον μαθητή. Οι Wadlington και Wadlington (2008) προτείνουν και άλλες μεθόδους διδασκαλίας. Οι μαθητές με δυσαριθμησία πρέπει πάντα να κάθονται μπροστά, έτσι ώστε να επικεντρώνονται στον εκπαιδευτικό. Οι μαθητές θα πρέπει να λαμβάνουν οδηγίες βήμα προς βήμα με συγκεκριμένες εννοιολογικές κατανομές και επιπλέον χρόνο για να ολοκληρώσουν ένα πρόβλημα.

Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να παρέχουν τα κατάλληλα εγχειρίδια και υλικά, λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες του μαθητή. Πολλές πληροφορίες σε μια σελίδα, όπως γραφήματα, πίνακες και διαγράμματα, μπορεί να προκαλέσουν σύγχυση στον μαθητή. Με την εξάλειψή τους, είναι ευκολότερο για τον μαθητή να διαβάσει το κείμενο. Ο Michaelson (2007) πιστεύει ότι ακόμα και αν η φωτοτυπία μπορεί να είναι πολύ χρονοβόρα για τον εκπαιδευτικό, θα είναι ευεργετική για τον μαθητή. Εάν είναι δυνατόν, οι εκπαιδευτικοί θα μπορούσαν να εφαρμόσουν μικρές ομαδικές διδασκαλίες στα μαθήματά τους. Εάν ο εκπαιδευτικός έχει επιπλέον βοήθεια στην τάξη, θα μπορούσε να ενισχύσει τις μαθηματικές δεξιότητες.

Η γονική συμμετοχή είναι απολύτως απαραίτητη για τη σωστή αντιμετώπιση της δυσαριθμησίας. Οι γονείς και οι εκπαιδευτικοί πρέπει να επικοινωνούν σε εβδομαδιαία βάση, ώστε οι γονείς να μπορούν στο σπίτι να ενισχύουν τις έννοιες που διδάσκονται στην τάξη με τα παιδιά τους. Με τη χρήση φασολιών ή μπλοκ, οι γονείς μπορούν να έχουν τα παιδιά τους να εκτελούν προβλήματα πρόσθεσης και αφαίρεσης και άλλες δεξιότητες στα μαθηματικά.

Στο παρελθόν, η πλειοψηφία του προγραμματισμού για τους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες επικεντρώθηκε στην γλώσσα και την ανάγνωση, ενώ σήμερα μεγάλος αριθμός μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες λαμβάνουν αποκατάσταση στα μαθηματικά (Heward & Orlandsky, 1988).

Η παροχή βοήθειας στους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες για να μάθουν καλύτερα τα μαθηματικά απαιτεί μια προσέγγιση δύο βημάτων.

α) Εξέταση των αναπηριών που μπορούν να συμβάλλουν σε δυσκολίες μάθησης.

(β) Ανασκόπηση προσεγγίσεων, μεθόδων ή στρατηγικών που φαίνονται πολύτιμες παρακάμπτοντας αυτές τις αναπηρίες (Sewell, 1986).

Παράγοντες όπως η ποσότητα που διδάσκεται, ο ρυθμός (κόπωση και προσοχή) και ο τρόπος παρουσίασης (συγκεκριμένα αντικείμενα, εικόνες ή σύμβολα) η ετοιμότητα (επαρκής κατανόηση της έννοιας) το επίπεδο του ενδιαφέροντος και της δυσκολίας και, τέλος, η εφαρμογή σε πραγματικές καταστάσεις της ζωής πρέπει να εξετάζονται κατά την ανάπτυξη αποκατάστασης (Reisman & Kauffman, 1980, Kelly et al., 1990, Vaidyanathan, 1995).

Ο Parkas (1996) είναι της άποψης ότι οι έννοιες που διδάσκονται στα μαθηματικά είναι περιττές και δεν έχουν άμεση σχέση με την καθημερινή ζωή των παιδιών. Κατά συνέπεια, η πραγματικότητα είναι ότι πολλοί από αυτούς όχι μόνο αντιμετωπίζουν δυσκολίες να κατανοήσουν το θέμα αλλά και να αντιμετωπίσουν αυτό το πρόβλημα.

Για τους μαθητές με μαθηματικές δυσκολίες, οι Bond και Tucker (1979) και ο Jegathambal (1996) προτείνουν μια ακριβή εντολή όλων των τεχνικών συμβόλων ώστε να αποτελούν σημαντική προϋπόθεση χωρίς συστηματική διδασκαλία.

Ο εκπαιδευτικός διαδραματίζει ζωτικό ρόλο σε οποιοδήποτε εκπαιδευτικό σύστημα και είναι πιο σημαντικός στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Σε πρωτοβάθμιο επίπεδο ο δάσκαλος μπορεί να διαδραματίσει κεντρικό ρόλο στην αντιμετώπιση των παιδιών με μαθησιακές δυσκολίες. Η δυσαριθμησία ως μαθησιακή αναπηρία πρέπει να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά για περαιτέρω πρόοδο στην εκπαίδευση. Δεν επηρεάζει μόνο το μαθηματικό επίτευγμα αλλά μπορεί να στρεβλώσει την περαιτέρω εκπαιδευτική σταδιοδρομία των παιδιών, οπότε ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να γνωρίζει τη δυσαριθμησία, τις αιτίες, τα εργαλεία διάγνωσης και κυρίως τις επανορθωτικές πρακτικές.

Οι Sinem & Ayça (2010) διεξήγαγαν έρευνα σχετικά με τις γνωμοδοτήσεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη δυσαριθμησία στους μαθητές μεταξύ των ηλικιών 6-14 ετών και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι εκπαιδευτικοί δεν γνώριζαν τον όρο "δυσαριθμησία" αντ' αυτού χρησιμοποιούσαν τον όρο "μαθησιακές δυσκολίες". Αν και οι δάσκαλοι εξέφρασαν ότι αντιμετώπισαν συχνά δυσαριθμησία σε μαθητές, εν τούτοις δεν μπορούσαν να τους βοηθήσουν. Επιπλέον, όλοι οι εκπαιδευτικοί δήλωσαν ότι δεν μπορούν να ζητήσουν από τους ειδικούς βοήθεια σχετικά με τη δυσαριθμησία και επίσης οι οικογένειες που υποψιάζονται ότι έχουν παιδιά με δυσαριθμησία είναι γενικά απρόσεκτες.

Οι Dias et. al (2013) διεξήγαγαν έρευνα για την Αξιολόγηση της επίγνωσης της δυσαριθμησία στους εκπαιδευτικούς και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι συμμετέχοντες έχουν ελάχιστες ειδικές γνώσεις σχετικά με τη δυσαριθμησία και δείχνουν ότι είναι ανασφαλείς σε σχέση με την ικανότητά τους να εντοπίζουν τις πιθανές αιτίες της δυσαριθμησίας.

Οι Jaya & Geetha (2009) διεξήγαγαν έρευνα σχετικά με την ευαισθητοποίηση των εκπαιδευτικών για τις μαθησιακές δυσκολίες μεταξύ των παιδιών και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι: ο δάσκαλος θεωρεί τα παιδιά με δυσαριθμησία ως παιδιά με πρόβλημα, εκπαιδευτικά καθυστερημένα, αργά μαθητευόμενα, παιδιά με χαμηλό IQ,

και ότι μειονεκτούν απέναντι στα εξαιρετικά παιδιά. Οι πιθανές αιτίες της μαθησιακής ανικανότητας είναι η κακή διδασκαλία στο σχολείο, η έλλειψη πρόωρης διέγερσης, η έλλειψη ενημέρωσης σχετικά με τα αίτια και η αποθάρρυνση από τους γονείς.

Οι Saravanabhavan & Saravanabhavan (2010) διεξήγαγαν έρευνα σχετικά με τη γνώση της μαθησιακής αναπηρίας μεταξύ εκπαιδευτικών σε νηπιαγωγεία, εκπαιδευτικών σε ειδικά σχολεία και εκπαιδευτικών σε γενικά σχολεία και διαπίστωσαν ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα γνώσης της μαθησιακής αναπηρίας μεταξύ των εκπαιδευτικών που εργάζονται σε κανονικά σχολεία και εκπαιδευτικών που εργάζονται σε ειδικά σχολεία. Πιο συγκεκριμένα, οι καθηγητές των κανονικών σχολείων έχουν υψηλότερη γνώση από εκείνη των εκπαιδευτικών σε ειδικά σχολεία. Οι εκπαιδευτικοί των νηπιαγωγείων έχουν το χαμηλότερο επίπεδο γνώσης.

Συνολικά, οι έρευνες στον τομέα της ευαισθητοποίησης σχετικά με τη δυσαριθμησία δείχνουν ότι οι εκπαιδευτικοί έχουν ελάχιστες γνώσεις σχετικά με τη δυσαριθμησία και αισθάνονται ανασφαλείς για την αντιμετώπιση αυτής της μαθησιακής αναπηρίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η δυσαριθμησία μπορεί να προκύψει εξαιτίας ενός ευρέος φάσματος παραγόντων, από την κακή διδασκαλία, έως τη χαμηλή κοινωνικοοικονομική κατάσταση, στα προβλήματα συμπεριφορικής προσοχής. Ωστόσο, ένα υποσύνολο παιδιών με μαθηματικές δυσκολίες, ενδεχομένως με τις πιο σοβαρές βλάβες, φαίνεται να πάσχει από μια αναπτυξιακή διαταραχή μάθησης που υπονομεύει την ικανότητα επεξεργασίας βασικών αριθμητικών πληροφοριών μεγέθους και η εξασθένιση με τη σειρά της υπονομεύει την απόκτηση δεξιοτήτων αριθμητικής σχολικής επίδοσης.

Συμπερασματικά, η δυσαριθμησία είναι πράγματι μια αυξανόμενη ανησυχία στον τομέα των μαθηματικών αλλά, δυστυχώς, πολλοί δεν γνωρίζουν ότι αποτελεί εμπόδιο στην απόδοση των μαθητών στα μαθηματικά. Είναι πολύ σημαντικό οι εκπαιδευτικοί να αναγνωρίζουν τα χαρακτηριστικά της δυσαριθμησίας νωρίς ώστε να μπορούν να ληφθούν διορθωτικά μέτρα για να βοηθήσουν αυτούς τους μαθητές να επιτύχουν με επιτυχία στα μαθηματικά. Οι επαγγελματίες, οι εκπαιδευτές των σχολείων και οι γονείς θα πρέπει επίσης να συμβουλεύονται να βοηθούν τα παιδιά κατάλληλα.

Η διάγνωση της δυσαριθμησίας θα μπορούσε να βοηθήσει τα επηρεαζόμενα παιδιά να βρουν έναν τρόπο να μην αισθάνονται αποκλεισμένα από τη δυνατότητα να κατανοήσουν ένα βασικό θέμα όπως τα μαθηματικά. Η ανακάλυψη της δυσαριθμησίας σε πρώιμο στάδιο μπορεί να αποτρέψει αυτά τα παιδιά από την ανάπτυξη μιας αρνητικής εικόνας του εαυτού τους, με αποτέλεσμα να μειώνεται το ενδιαφέρον για τα μαθηματικά, γεγονός που με τη σειρά του μπορεί να επηρεάσει αρνητικά το ενδιαφέρον σε άλλα σχολικά θέματα. Εάν οι γονείς συμμετέχουν και γνωρίζουν τις δυσκολίες των παιδιών, τότε η επιπλέον στήριξη από το σπίτι μπορεί να βοηθήσει τα παιδιά στη διαδικασία μάθησης. Μια διάγνωση θα μπορούσε να

βοηθήσει τα παιδιά και τους γονείς τους και να δώσει πόρους στους δασκάλους για να βοηθήσουν καλύτερα τους μαθητές με αναπηρίες.

Υπάρχει ανάγκη να συμφωνηθούν κριτήρια που θα βοηθήσουν στην αναγνώριση και ανάλυση της δυσαριθμησίας. Τέλος, μόνο με την καλύτερη κατανόηση της φύσης της αναπτυξιακής δυσαριθμησίας μπορούμε να δημιουργήσουμε αποτελεσματικούς τρόπους παρέμβασης (Butterworth, 2006).

Τα βασικά πλεονεκτήματα των παρεμβάσεων μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών που βασίζονται σε διαλογείς, είναι ότι μπορούν να συλλάβουν και να εμπλέκουν το ενδιαφέρον του χρήστη. Αν είναι σωστά κατασκευασμένα και παρουσιασμένα μπορούν να συμβάλουν στην ελαχιστοποίηση της απογοήτευσης του χρήστη και της απώλειας της αξιοπρέπειας όταν εργάζονται σε εργασίες που κάποτε ολοκληρώθηκαν με ευκολία. Επιπλέον, το πλαίσιο της μάθησης για τη χρήση του υπολογιστή μπορεί να προσφέρει στον χρήστη μια εμπειρία με γνώση και μια αίσθηση ελέγχου. Ο υπολογιστής μπορεί να μετρήσει πολλαπλές διαστάσεις απόδοσης (λανθάνουσα κατάσταση) σε επίπεδα που δεν είναι δυνατά για τον κλινικό ιατρό και παρέχει επίσης αυτοματοποιημένη συλλογή και αποθήκευση δεδομένων που μπορούν να απαλλάξουν τον κλινικό για να επικεντρωθεί περισσότερο στη θεραπεία. Τέλος, ο υπολογιστής είναι αποτελεσματικός όταν εκτελεί εργασίες που διαφορετικά απαιτούν εκτεταμένο χρόνο εγκατάστασης και / ή προετοιμασίας (AmericanPsychiatricAssociation, 2000).

Ωστόσο, η αξιολόγηση με βάση τον υπολογιστή δεν μπορεί ποτέ να αντικαταστήσει τη διάγνωση από έναν εξειδικευμένο επαγγελματία, ή καλύτερα από μια πολυεπιστημονική ομάδα ανθρώπων με διαφορετικές δεξιότητες, δηλαδή ψυχολόγους, εκπαιδευτικούς διαγνωστικούς ή άλλους επαγγελματίες που έχουν τα προσόντα να εκτελούν αξιολογήσεις, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να εκτελούν ακριβή διάγνωση των πλεονεκτημάτων του μαθητή, των αδυναμιών του και το επίπεδο ακαδημαϊκών επιδόσεων του. Επίσης, η πολυεπιστημονική ομάδα που μπορεί

να παράσχει την αξιολόγηση μπορεί επίσης να κατασκευάσει το πρόγραμμα παρέμβασης το οποίο πρέπει να ακολουθήσει το παιδί με δυσαριθμησία, αλλά και το σχολείο (Zygourisetal., 2017). Οι έλεγχοι με βάση τον υπολογιστή, υπό τον όρο ότι είναι έγκυροι, μπορούν να είναι μόνο ένα υποστηρικτικό εργαλείο στη διάγνωση.

Εν κατακλείδι, ένας διαδικτυακός διαγνωστικός έλεγχος για τη δυσαριθμησία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο διαλογής για την παροχή υπηρεσίας πρώτης διέλευσης και παραπομπής. Τα παιδιά με δυσαριθμησία όχι μόνο παρουσιάζουν δυσκολίες στις αριθμητικές ικανότητες αλλά και σε περισσότερες βασικές δεξιότητες όπως οι γνωστικές ικανότητες. Συνεπώς, η αυστηρή ψυχομετρική αξιολόγηση της διαδικασίας εξέτασης και η εγκυρότητά της, είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τη συνιστώμενη ευρεία προσαρμογή της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση της δυσαριθμησίας και των προγραμμάτων αξιολόγησης και αποκατάστασής της. Πιο συγκεκριμένα, μέσα από την εργασία έγινε προσπάθεια να καταγραφεί η υφιστάμενη κατάσταση σε ότι αφορά την αξιολόγηση της δυσαριθμησίας. Έγινε αναφορά στην επίτευξη των κατάλληλων μαθησιακών δεξιοτήτων από την ηλικία των παιδιών, στην άμεση παρατήρηση των τάσεων δυσαριθμησίας και το λογισμικό Dyscalculia Screener. Επίσης, έγινε αναφορά στην αξιολόγηση με Νευροψυχολογική προσέγγιση και στην αξιολόγηση με paper-pencil δοκιμασίες και μέσω Η/Υ. Όσον αφορά τις παρεμβάσεις για τις μαθηματικές δυσκολίες μάθησης, έγινε αναφορά στις στοχοθετημένες παρεμβάσεις μαθηματικών, τις συμπεριφοριστικές και ψυχολογικές παρεμβάσεις, την μη επεμβατική εγκεφαλική διέγερση και τις πολλαπλές παρεμβάσεις. Τέλος, σχετικά με την αποκατάσταση της δυσαριθμησίας εξετάστηκε η χρήση Η/Υ για αποκατάσταση της δυσαριθμησίας.

Αποφασίστηκε η παρούσα εργασία να ασχοληθεί με όλα τα παραπάνω, καθώς το ζήτημα της δυσαριθμησίας είναι πολύ σημαντικό, τόσο για τα παιδιά όσο και για τους ενήλικες, και δεν έχει διερευνηθεί σε μεγάλο βαθμό, ειδικά στον ελλαδικό χώρο. Τα συμπεράσματα της εργασίας θα ενισχύσουν θετικά τον εκπαιδευτικό κλάδο σε ότι αφορά τους τρόπους αξιολόγησης και αποκατάστασης της δυσαριθμησίας. Επίσης, η εργασία μπορεί να αποτελέσει έναυσμα για τη δημιουργία ή τη βελτίωση κατάλληλων προγραμμάτων αξιολόγησης και αποκατάστασης της δυσαριθμησίας ώστε να ανταποκρίνονται περισσότερο στις απαιτήσεις και προσδοκίες των άμεσα εμπλεκόμενων. Ωστόσο, τα αποτελέσματα της μελέτης μπορεί να φανούν χρήσιμα σε ενδεχόμενη συγκριτική μελέτη με αποτελέσματα από άλλες μαθησιακές δυσκολίες, όπως η δυσλεξία. Αυτό θα συντελέσει στην εξαγωγή συγκριτικών συμπερασμάτων και στη διαμόρφωση των ανάλογων πρακτικών. Επίσης, η διενέργεια της παρούσας έρευνας αναμένεται να συμβάλει σημαντικά και στην ενίσχυση της υπάρχουσας

βιβλιογραφίας γύρω από το συγκεκριμένο ζήτημα. Δεδομένου ότι οι έρευνες που έχουν διενεργηθεί στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια σχετικά με τα προγράμματα αξιολόγησης και αποκατάστασης της δυσαριθμησίας είναι ελάχιστες, η παρούσα εργασία αναμένεται να βοηθήσει ώστε να συμπληρωθεί αυτό το κενό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση

Adhikari K. (2014).Assessment of the awareness of dyscalculia among primary teachers (A Case Study of Chuhandanda VDC), Tribhuvan University, Department of Mathematics Education, Sukuna Multiple Campus.

Alarcón, M., DeFries, J. C., Light, J. G., & Pennington, B. F. (1997). A twin study of mathematics disability. *Journal of Learning Disabilities*, 30(6), 617-623.

American Psychiatric Association.(2000). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-IV-TR).American Psychiatric Association.

Andersson, U., & Östergren, R. (2012).Number magnitude processing and basic cognitive functions in children with mathematical learning disabilities. *Learning and Individual Differences*, 22(6), 701-714.

Ashkenazi, S., Rosenberg-Lee, M., Tenison, C., & Menon, V. (2012).Weak task-related modulation and stimulus representations during arithmetic problem solving in children with developmental dyscalculia.*Developmental Cognitive Neuroscience*, 2, S152-S166.

Ardila, A., & Rosselli, M. (2002).Acalculia and dyscalculia.*Neuropsychology Review*, 12,179–231

Bond, G.L. and Tutar, M.A. (1979).Reading Difficulties: Their Diagnosis and Correction, New York. Application Century Crofts,3, 406-408.

Bhattacharya, 1982.Fourth survey of research in education, M.B. Buch, Vol. 11, SCERT. New Delhi, 1991,pp. 1322.

Bryan (1977) encyclopedia of special education, second edition, Vol.A.A.A.S to D.M.D by Cecil. R. Reynolds E.F jansen 2000, published by John Wiley and sons, Canada.

Barbas, G., Vermeoulen, F., Kioseoglou, G. & Menexes, G. (2008) “Psychometric criterion of Mathematical Proficiency for children and adolescents”, EPEAEK project “Psycometric and defferential evaluation in children and adolescents with learning disabilities”,Thessaloniki, Greece.

Beacham, N., & Trott, C. (2005).Screening for dyscalculia within HE. MSOR Connections, 5(1), 1-4.

Butterworth, B. (1999). The mathematical brain. London: Macmillan.

Butterworth, B. (2003). Dyscalculia Screener: Highlighting Pupils with Specific Learning Difficulties in Maths. London, UK: Nelson Publishing Company.

Butterworth, B., Varma, S., & Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: from brain to education. Science, 332(6033), 1049-1053.

Butterworth, B. (2005). DevelopmentalDyscalculia.InCampbellJ. I. D. (Ed.) Handbook ofMathematical Cognition. (pp. 455–467), New York: Psychology Press

Butterworth, B. (2010). Foundational numerical capacities and the origins of dyscalculia.Trends in Cognitive Sciences, 14(12), 534–41.

Butterworth, B. (2003). Dyscalculia Screener, London: NFER-Nelson (software and manual).Nosworthy, N., Zheng, S., & Ansari, D. (2014). P-16 Kindergarten Children’s NumberComparison Skills Predict Later Math Scores: Evidence From a Two-minute Test.

Bynner, J., ParsonsS. (1997). Does numeracy matter? London: The Basic Skills Agency.

Butterworth B. Foundational numerical capacities and their origins of dyscalculia. Trends in Cognitive Sciences 2010; 14(1):534-41.

Butterworth B, Laurillard D. Low numeracy and dyscalculia: identification and intervention. ZDM Mathematics Education 2010; 42:527-39. Butterworth 2011

Butterworth B, Varma S, Laurillard D. Dyscalculia: from brain to education. Science 2011; 332(6033):1049–53.

Castillo PE, Chiu CQ, Carroll RC. Long-term plasticity at inhibitory synapses. Current Opinion in Neurobiology 2011; 21(2):328–38.

Codding RS, Burns MK, Lukito G. Meta-analysis of mathematics basic-fact fluency interventions: a component analysis. Learning Disabilities Research and Practice 2011; 26(1):36–47.

Cohen Kadosh R, Soskic S, Iuculano T, Kanai R, Walsh V. Modulating neuronal activity produces specific and long-lasting changes in numerical competence. Current Biology 2010; 20(22):2016–20.

Cohen Kadosh R, Levy N, O'Shea J, Shea N, Savulescu J. The neuroethics of non-invasive brain stimulation. Current Biology 2012; 22(4):R108.

Cohen Kadosh R, Dowker A, Heine A, Kaufmann L, Kucian K. Interventions for improving numerical abilities: Present and future. Trends in Neuroscience and Education 2013; 2:85–93.

Cheng, Y. L., & Mix, K. S. (2014). Spatial training improves children's mathematics ability. Journal of Cognition and Development, 15(1), 2-11.

Cohen, L., Dehaene, S., Vinckier, F., Jobert, A., & Montavont, A. (2008). Reading normal and degraded words: contribution of the dorsal and ventral visual pathways. Neuroimage, 40(1), 353-366.

Coln (1971) Encyclopedia of special education, Second Edition, Vol.I A.A.A.S. to D.M.D. by Cecil R. Reynolds 2000. Published by John Wiley and Sons, Canada.

Chel M. M (1990) Fifth survey of Educational Research 1988-92 Vol.I, 1997 by A.K. Sharma. Published Secretary NCERT, New-Delhi.

Dias, Michelle de Almeida Horsae, Pereira, Mônica Medeiros de Britto, & Van Borsel, Jonh. (2013). Assessment of the awareness of dyscalculia among educators. *Audiology – Communication Research*, 18(2), 93-100.

Dehaene, S., & Cohen, L. (2007). Cultural recycling of cortical maps. *Neuron*, 56(2), 384-398.

Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44(1), 1-42.

Duncan, G. J., Dowsett C. J., Claessens A., Magnuson K., Huston A., Klebanov P., Pagani L. S., et al. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology* 43 (6) (November): 1428–46.

Deeks JJ, Higgins JPT, Altman DG. Analysing data and undertaking meta-analyses. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Higgins PT, Green S. Chichester: John Wiley & Sons, 2011.

Dehaene S, Piazza M, Pinel P, Cohen L, Campbell JID. Three parietal circuits for number processing. *Handbook of mathematical cognition*. New York: Psychology Press, 2005:433-453.

DiPerna J. Academic enablers and student achievement: Implications for assessment and intervention services in the schools. *Psychology In The Schools* 2006; 43(1):7–17.

Dowker A. What Works for Children with Mathematical Difficulties?. London, UK: Department for Education and Skills, 2004.

Dowker A. Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. 2005; 38. Journal of Learning Disabilities 2005; 38:324–32.

Fischer U, Moeller K, Cress U, Nuerk H-C. Intervention supporting children's mathematics school success: a meta-analytic review. European Psychologist 2013; 18(2):89–113.

Fritsch B, Reis J, Martinowich K, Schambra HM, Ji Y, Cohen LG, et al. Direct current stimulation promotes BDNF-dependent synaptic plasticity: potential implications for motor learning. Neuron 2010; 66(2):198-204.

Fuchs LS, Fuchs D, Prentice K. Responsiveness to mathematical problem-solving instruction: comparing students at risk of mathematics disability with and without risk of reading disability. Journal of Learning Disabilities 2004; 37:293-306.

Fuchs LS, Fuchs D, Powell SR, Seethaler PM, Cirino PT, Fletcher JM. Intensive intervention for students with mathematics disabilities: seven principles of effective practice. Learning Disability Quarterly 2008; 31:79-92.

Fuchs LS, Powell SR, Seethaler PM, Cirino PT, Fletcher JM, Fuchs D, et al. Remediating number combination and word problem deficits among students with mathematics difficulties: a randomized control trial. Journal of Educational Psychology 2009; 101(3):561–76.

Fuchs LS, Geary DC, Compton DL, Fuchs D, Hamlett CL, Seethaler PM, et al. Do different types of school mathematics development depend on different constellations of numerical versus general cognitive abilities? Developmental Psychology 2010; 46:1731–43.

Fias, W., Lammertyn, J., Reynvoet, B., Dupont, P., & Orban, G. A. (2003). Parietal representation of symbolic and nonsymbolic magnitude. Journal of cognitive neuroscience, 15(1), 47-56

Geary, D. C. (1993). Mathematical disabilities: Cognition, neuropsychological and genetic components. *Psychological Bulletin*, 114, 345–362.

Geary, D. C. (1990). A componential analysis of early learning deficits in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 49, pp.363–383.

Geary, D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 37 (1), 4–15.

Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., Nugent, L., & Numtee, C. (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child development*, 78(4), 1343-1359.

Geary, D. C. & Brown, S. C. (1991). Cognitive addition: Strategy choice and speed-of-processing differences in gifted, normal, and mathematically disabled children. *Developmental Psychology*, 27, 398-406.

Geary, D. C., Hamson, C. O. & Hoard, M. K. (2000). Numerical and arithmetical cognition: A longitudinal study of process of and concept deficits in children with learning disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77, 236–263.

Gersten, R., Clarke B., Mazzocco M. (2007). Historical and contemporary perspectives on mathematical learning disabilities. In *Why Is Math So Hard for Some Children?*, ed. D. B. Berch and M. M. M. Mazzocco. Brookes Publishing

Ginsburg, H. P. (1997). Mathematics learning disabilities: A view from developmental psychology. *Journal of learning disabilities*, 30(1), 20-33.

Goleman, D. (2001). Emotional intelligence: Issues in paradigm building. In C. Cherniss & D. Goleman (Eds.), *The emotionally intelligent workplace* (pp.13–26). San Francisco: Jossey-Bass.

Gresham, F. M., MacMillan, D. L., Bocian, K. M. (1997). Teachers as "Tests": Differential validity of teacher judgments in identifying students at-risk for learning difficulties. *School Psychology Review*, 26(1), 47-60.

Gross, J., Hudson C., Price D. (2009). The Long Term Costs of Numeracy Difficulties. Every Child a Chance Trust and KPMG.

Galonska S., Kaufmann L. (2006). Intervention bei entwicklungsbedingter Dyskalkulie. *Sprache Stimme Gehör* 2006; 30: 171–8.

Geary DC, Hoard MK, Nugent L, Baily DH. Mathematical cognition deficits in children with learning disabilities and persistent low achievement: a five-year prospective study. *Journal of Educational Psychology* 2012; 104:206–23. Gerber 2012

Gerber PJ. The impact of learning disabilities on adulthood: a review of the evidenced-based literature for research and practice in adult education. *Journal of Learning Disabilities* 2012; 45(1):31–46.

Gersten R, Jordan NC, Flojo JR. Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities* 2005; 38:293–304. Gersten 2009

Gersten, R., Clark, B., & Mazzocco, M. M. (2007). Historical and Contemporary perspectives on Mathematical Learning Disabilities. In D. B. Berch & M. M. Mazzocco (Eds), *Why is Math so hard for Some Children?*: Books publishing.

Gersten R, Chard DJ, Jayanthi M, Baker SK, Murphy P, Flojo J. Mathematics instruction for students with learning disabilities: a meta-analysis of instructional components. *Review of Educational Research* 2009; 79(3):1202–42.

Gottfried B. How reorganizing brain wave activity can improve attention deficits associated with ADD, ADHD and LD. Learning Disabilities, Association of Ontario 41: 9, 2010. Greenwood 2002

Greenwood C R, Horton BT, Utley CA. Academic engagement: current perspectives on research and practice. School Psychology Review 2002; 31:328-49. Grizenko 2006

Grizenko N, Bhat M, Schwartz G, Ter-Stepanian M, Joober R. Efficacy of methylphenidate in children with attention-deficit hyperactivity disorder and learning disabilities: a randomised crossover trial. Journal of Psychiatry and Neuroscience 2006; 31(1):46–51.

Gross J, Hudson C, Price D. The Long Term Costs of Numeracy Difficulties. London, UK: Every Child a Chance Trust, 2009.

Hanley TV. Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. Journal of Learning Disabilities 2005; 38:346–9.

Hashemian 2015 Hashemian P, Hashemian P. Effectiveness of neuro-feedback on mathematics disorder. Journal of Psychiatry 2015; 18:242.

Hedges LV, Tipton E, Johnson MC. Robust variance estimation in meta-regression with dependent effect size estimates. Research Synthesis Methods 2010; 1:39–65.

Hein, J, Bzufka MW, Neumärker K-J. The specific disorder of arithmetical skills. Prevalence study in a rural and an urban population sample and their clinico-neuropsychological validation. European Child & Adolescent Psychiatry 2000; 9(2 Suppl):87–101.

Higgins JPT, Altman DG, Sterne JAC. Assessing risk of bias in included studies. In: Higgins PT, Green S editor(s). Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. Chichester: John Wiley & Sons, 2011.

Higgins JPT, Deeks JJ. Selecting studies and collecting data. In: Higgins PT, Green S editor(s). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Chichester: John Wiley & Sons, 2011.

Higgins JPT, Deeks JJ, Altman DG. Special topics in statistics. In: Higgins PT, Green S editor(s). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Chichester: John Wiley & Sons, 2011.

Holmes W, Dowker A. Catch up numeracy: a targeted intervention for children who are low-attaining in mathematics. *Research in Math Education Adv* 2013; 15:249-65.

Heward, W.L. and Orlansky, M.D. (1986). *Exceptional Children: An Introductory Survey to Special Education*, London.

Ise E., Dolle K., Pixner S., Schulte-Körne G. (2012). Effektive Förderung rechenschwacher Kinder: Eine Metaanalyse. *Kindheit und Entwicklung* 2012; 21: 181–92.

Iuculano 2013 Iuculano T, Cohen Kadosh R. The mental cost of cognitive enhancement. *The Journal of Neuroscience* 2013; 33:4482-6.

Jagathabal, K. (1997). Teaching mathematics. *The Hindu*, 26.

Jaya, N & Geetha, T. (2006). *Primary School Teachers' Skill to Help Dyscalculic Children*. Delhi: Kalpaz publication

Javad T., Saber S. (2011). Dyscalculia: Learning Disabilities In Mathematic and Treatment with Teaching Remedial Method Iranian Children 6 Years Old, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(9): 891-896.

Jordan, N. C., Hanich, L. B., & Kaplan, D. (2003). Arithmetic fact mastery in young children: A longitudinal investigation. *Journal of experimental child psychology*, 85(2), 103-119.

Jordan, N. C. & Montani, T. O. (1997). Cognitive arithmetic and problem solving: A comparison of children with specific and general mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 30, 624–634.

Jordan, M. (2007). Do words count? Connections between mathematics and reading difficulties. In D. B. Berch & M. M. M. Mazzocco (Eds.), *Why is math so hard for some children?* (pp.107-120). Baltimore, MD: Brookes.

Kadosh, R. C., Henik, A., Rubinsten, O., Mohr, H., Dori, H., van de Ven, V., et al., (2005). Are numbers special?: the comparison systems of the human brain investigated by fMRI. *Neuropsychologia*, 43(9), 1238-1248.

Karagiannakis, G., Baccaglini-Frank, A., & Papadatos, Y. (2014). Mathematical learning difficulties subtypes classification. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 57.

Kaufmann, L., Handl, P. & Thony, B. (2003). Evaluation of a numeracy intervention program focusing on basic numerical knowledge and conceptual knowledge: A pilot study. *Journal of Learning Disabilities*, 36(6), 564–573.

Kaufmann, L., Mazzocco, M. M., Dowker, A., von Aster, M., Göbel, S. M., Grabner, R. H., ... Nuerk, H.-C. (2013). Dyscalculia from a developmental and differential perspective. *Frontiers in Psychology*, 4, 516.

Kaufmann L., von Aster M. (2012). The Diagnosis and Management of Dyscalculia, *Dtsch Arztebl Int*; 109(45): 767–78.

Kaufmann, L., Wood, G., Rubinsten, O., & Henik, A. (2011). Meta-analyses of developmental fMRI studies investigating typical and atypical trajectories of number processing and calculation. *Developmental neuropsychology*, 36(6), 763-787.

Khing B. (2016). Dyscalculia: Its Types, Symptoms, Causal Factors, and Remedial Programmes, *Learning Community*: 7(3): 217-229.

Kitty T. R. (2007). Educational Alternatives for Marginalised Youth. The Australian Educational Researcher, 4(3), 53-68

Kosc (1974) Encyclopedia of special education, second edition Vol.I AAAS to D.M.D. C.R. Reynolds EF.Jansen 2000,published by John Wiley and Sons, Canada.

Kosc L. (1974) Development of dyscalculia, Journal of learning disabilities, 7 (3), 164-177.

Kosc L. (1974) six types of dyscalculia, Learning Disabilities, identification, remedies & teaching strategies.Bweyhunle Khing First edition june 2014, Gwanyu publishers, city printing press, Kohima, Nagaland, Chapter 7pp. 149-150.

Kosc (1974) Encyclopedia of special education, second edition Vol.I AAAS to D.M.D. C.R. Reynolds EF.Jansen 2000,published by John Wiley and Sons, Canada.

Kosc L. (1974) Development of dyscalculia, Journal of learning disabilities, 7 (3), 164-177.

Kroesbergen E., van Luit J. (2003). Mathematics Intervention for Children with Special Educational Needs. Remedial and Special Education 2003; 24: 97–114.

Kroeger, L. A., R. D. Brown, and B. A. O'Brien.(2012). Connecting neuroscience,cognitive, and educational theories and research to practice: A review of mathematics intervention program. Early Education & Development 23 (1)(January): 37–58.

Kaufmann L, Von Aster M. The diagnosis and management of dyscalculia. Deutsches Ärzteblatt International 2012; 109(45):767–77.

Krinzinger H, Kaufmann L. Mathematics anxiety and computing power: language, voice and hearing[Rechenangst und rechenleistung. Sprache, stimme, gehör].Zeitschrift für Kommunikationsstörungen 2006; 30:160–4.

Kroeger LA, Brown RD, O'Brien BA. Connecting neuroscience, cognitive, and educational theories and research to practice: a review of mathematics intervention program. *Early Educ. Dev* 2012; 23:37-58.

Kroesbergen EH, Van Luit JEH. Mathematics interventions for children with special educational needs: a meta-analysis. *Remedial and Special Education* 2003; 24(2):97–114.

Lisman J, Grace AA, Duzel E. A neoHebbian framework for episodic memory; role of dopamine-dependent late LTP. *Trends in Neurosciences* 2011; 34(10):536–47.

Landerl K., Bevan, A., & Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: A study of 8–9-year-old students. *Cognition*, 93(2), 99–125.

Landerl K, Moll K. (2010). Comorbidity of learning disorders: Prevalence and familial transmission. *J Child Psychol Psychiatry* ; 51: 287–94.

Landerl K., Bevan, A., & Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: A study of 8–9-year-old students. *Cognition*, 93(2), 99–125.

Lindsay, R. L., Tomazic, T., Levine, M. D., & Accardo, P. J. (2001). Attentional function as measured by a continuous performance task in children with dyscalculia. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 22(5), 287-292.

McCloskey, M., Caramazza, A., & Basili, A. (1985). Cognitive mechanisms in number processing and calculation: Evidence from dyscalculia. *Brain and cognition*, 4(2), 171-196.

Michaelson, M. T. (2007). An overview of dyscalculia: Methods for ascertaining and accommodating dyscalculic children in the classroom. *Australian Mathematics Teacher*, 63(3), 17-22.

McGilloway 2012 McGilloway S, Ní Mháille G, Furlong M, Hyland L, Leckey Y, Kelly P, et al. Long-Term Outcomes of the Incredible Years Parent and Teacher Classroom Management Training Programmes (Combined 12-month Report). Dublin, Ireland: Archways, 2012.

McLean 2014 McLean JF, Rusconi E. Mathematical difficulties as decoupling of expectation and developmental trajectories. *Frontiers in Human Neuroscience* 2014; 8:1–14.

Márquez-Ruiz 2012 Márquez-Ruiz J, Leal-Campanario R, Sánchez-Campusano R, Molaee-Ardekani B, Wendling F, Miranda PC, et al. Transcranial direct-current stimulation modulates synaptic mechanisms involved in associative learning in behaving rabbits. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2012; 109:6710-5.

Nieder, A., & Dehaene, S. (2009). Representation of number in the brain. *Annual review of neuroscience*, 32, 185-208.

Núñez, R., & Lakoff, G. (2005). The Cognitive Foundations of Mathematics. *Handbook of mathematical cognition*, 109-124.

Parsons, S., Bynner J. (2005). Does Numeracy Matter More. NRDC (National Research and Development Centre for Adult Literacy and Numeracy), Institute of Education, London.

Price G. & Ansari D. (2013). Dyscalculia: Characteristics, Causes, and Treatments, *Numeracy: Vol. 6 : Iss. 1 , Article 2.*

Pandey S., Agarwal S., (2014). Dyscalculia: A Specific Learning Disability Among Children, International Journal of Advanced Scientific and Technical Research Issue 4 volume 2.

Paterson, S. J., Girelli, L., Butterworth, B., & Karmiloff- Smith, A. (2006). Are numerical impairments syndrome specific? Evidence from Williams syndrome and Down's syndrome. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 47(2), 190-204.

Piazza, M., Giacomini, E., Le Bihan, D., & Dehaene, S. (2003). Single-trial classification of parallel pre-attentive and serial attentive processes using functional magnetic resonance imaging. Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 270(1521), 1237-1245.

Price G. & Ansari D. (2013). Dyscalculia: Characteristics, Causes, and Treatments, Numeracy: Vol. 6 : Iss. 1 , Article 2.

Pintrich PR, Schunk D. Motivation in education: theory, research, and applications. 2nd Edition. NJ: Prentice Hall, 2002

Price GR, Ansari D. Dyscalculia: characteristics, causes, and treatments. Numeracy 2013; 6: Article 2.

Raghubara KP, Barnes MA, Hecht SA. Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. Learning and Individual Differences 2010; 20: 110–22.

Ramaa S, Gowramma IP. A systematic procedure for identifying and classifying children with dyscalculia among primary school children in India. Dyslexia 2002; 8(2): 67–85.

Reid R, Trout AL, Schartz M. Self-regulation interventions for children with Attention Deficit / Hyperactivity Disorder. Exceptional Children 2005; 71(4): 361–77.

Rosselli M, Matute E, Pinto N, Ardila A. Memory abilities in children with subtypes of dyscalculia. *Developmental Neuropsychology* 2006; 30(3):801–8.

Rourke BP, Conway JA. Disabilities of arithmetic and mathematical reasoning: perspectives from neurology and neuropsychology. *Journal of Learning Disabilities* 1997; 30(1):34–46.

Royer JM, Walles R. Influences of gender, ethnicity, and motivation on mathematical performance. In: Berch DB, Mazzocco MMM editor(s). *Why is Math so Hard for Some Children? The Nature and Origins of Mathematical Learning Difficulties and Disabilities*. Baltimore, MD: Paul H Brookes Publishing Co, 2007.

Rubinsten O, Bedard AC, Tannock R. Methylphenidate improves general but not core numerical abilities in ADHD children with comorbid dyscalculia or mathematical difficulties. *Journal of Open Psychology* 2008; 1:11–7.

Räsänen, P., J. Salminen, A. J. Wilson, P. Aunio, and S. Dehaene. (2009). Computer-assisted intervention for children with low numeracy skills. *Cognitive Development* 24 (4) (January): 450–472.

Reisman, R. and Kauffman, S. (1980). *Teaching Mathematics to Children with Special Needs*. Columbus: CH Merrill. Kelly, B., Gresten, R. and Carnin, D. (1990). Student name error patterns as a function of curriculum design: Teaching fractions to remedial high school students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 23(1), 23.

Rosselli, M., Matute, E., Pinto, N., & Ardila, A. (2006). Memory abilities in children with subtypes of dyscalculia. *Developmental neuropsychology*, 30(3), 801-818.

Rotzer, S., Loenneker, T., Kucian, K., Martin, E., Klaver, P., & Von Aster, M. (2009). Dysfunctional neural network of spatial working memory contributes to developmental dyscalculia. *Neuropsychologia*, 47(13), 2859-2865.

Rourke and Finlayson 1978, Rourke and Strang (1978) Encyclopedia of special education, second edition, Vol.I by C.R. Reynolds 2000 by John Wiley and Sons, Canada.

Reynolds, C. R. (1984). Critical measurement issues in learning disabilities. Journal of Special Education, 18, 451–476.

Rosselli, M., Matute, E., Pinto, N., & Ardila, A. (2006). Memory abilities in children with subtypes of dyscalculia. Developmental neuropsychology, 30(3), 801-818.

Rourke, B. P. & Finlayson, M. A. J. (1978). Neuropsychological significance of variations in patterns of academic performance: Verbal and visual-spatial abilities. Journal of Abnormal Child Psychology, 6, 121–133.

Rubinsten, O., & Henik, A. (2009). Developmental dyscalculia: heterogeneity might not mean different mechanisms. Trends in Cognitive Sciences, 13(2), 92–9.

Sinha, 1973. Education for exceptional children 1997, K.C.Panda, Vikas publishing house New Delhi, pp. 266.

Semrud-Clikeman, M., Biederman, J., Sprich-Buckminster, S., Krifcher-Lehman, B., Faraone, S. V. & Norman, D. (1992). Comorbidity between ADHD and learning disability: A review and report in a clinically referred sample. Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 31, 439-448.

Saravanabhavan, S. and Saravanabhavan, R. (2010). Knowledge of learning disability among pre- and in-service teachers in India, International Journal of Special Education 25 (3), 133-139.

Sinem, S. & Ayça, A. (2010). Teachers' Opinions About Dyscalculia Seen in the Students Between the Ages of 6–14. Elementary Education Online, 10(2), 757-775.

Sewell,G. (1986). Coping with Special Needs: A Guide for New Teachers, London, Croom Hell, Ltd.

Shalev, R. S. & Gross-Tsur, V. (2001).Developmental dyscalculia.Paediatric Neurology, 24(5),337–342.

Shalev, R. S., Auerbach J., Manor O., Gross-Tsur V. (2000). Developmental dyscalculia: Prevalence and prognosis. Eur Child Adolesc Psychiatry 9 Suppl 2 (Dc) (January): II58–64.

Shalev, R.S. (2007) Prevalence of developmental dyscalculia. In D. B. Berch & M. M. Mazzocco (Eds.), Why is math so hard for some children? The nature and origins of mathematical learning difficulties and disabilities (pp. 49–60).Baltimore, MD, US: Paul H Brookes Publishing.

Shalev, R. S., Manor, O., Kerem, B., Ayali, M., Badichi, N., Friedlander, Y., & GrossTsur, V. (2001). Developmental dyscalculia is a familial learning disability.

Sharma, M. (1997).Berkshire Maths. Retrieved from [http:// www.dyscalculia.org / BerkshireMath.html](http://www.dyscalculia.org/BerkshireMath.html)

Siegel, L. S. & Ryan, E. B. (1989).The developmental of workingmemory in normally achieving and subtypes of learningdisabled children. Child Development, 60, 973–980

Siegler, R. S. & Booth, J. L. (2004).Development of numerical estimation in young children. Child Development, 75, 2,428-444.

Singleton, C., Thomas, K., & Horne, J. (2000).Computer- based cognitive assessment andthe development of reading. Journal of Research in Reading, 23(2), 158-180.

Stock, P., Desoete, A., & Roeyers, H. (2006). Focussing on mathematical disabilities: a search for definition, classification and assessment. In *Learning Disabilities. New Research* (pp. 29-62).

Swanson, H. L., Jerman, O., & Zheng, X. (2008). Growth in working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 100(2), 343.

Schopman EAM, Van Luit JEH. Learning and transfer of preparatory arithmetic strategies among children with a developmental lag. *Journal of Cognitive Education* 1996; 5:117–31.

Schünemann HJ, Oxman AD, Higgins JPT, Vist GE, Glasziou P, Guyatt GH. Presenting results and ‘Summary of findings’ tables. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Higgins PT, Green S. Chichester: John Wiley & Sons, 2011.

Schünemann HJ, Oxman AD, Vist GE, Higgins JPT, Deeks JJ, Glasziou P, Guyatt GH. Interpreting results and drawing conclusions. In: Higgins PT, Green S editor(s). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Chichester: John Wiley & Sons, 2011.

Shalev RS, Manor O, Gross-Tsur V. Neuropsychological aspects of developmental dyscalculia. *Math Cognition* 1997; 3(2):105–20. Shalev 2004 Shalev RS. Developmental dyscalculia. *Journal of Child Neurology* 2004; 19:765–71

Shalev RS, Manor O, Gross-Tsur V. Developmental dyscalculia: a prospective six-year follow-up. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2005; 47:121-5.

Shechtman Z. Cognitive-behavioral and humanistic group treatment for children with learning disabilities: a comparison of outcomes and process. *Journal of Counseling Psychology* 2005; 52:322–36.

Shemilt I, Mugford M, Byford S, Drummond M, Eisenstein E, Knapp M, et al. Incorporating economics evidence. In: Higgins PT, Green S editor(s). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Chichester: John Wiley & Sons, 2011.

Siegler RS, Ramani GB. Playing linear numerical board games promotes low-income children's numerical development. *Developmental Science* 2008; 11:665–61.

Slavin RE, Lake C, Groff, C. Effective programs in middle and high school mathematics: a best-evidence synthesis. *Review of Educational Research* 2009; 79:839–911.

Snowball A, Tachtsidis I, Popescu T, Thompson J, Delazer M, Zamarian L, et al. Long-term enhancement of brain function and cognition using cognitive training and brain stimulation. *Current Biology* 2013; 23:987-92.

Stagg CJ, Best JG, Stephenson MC, O'Shea J, Wylezinska M, Kincses ZT, et al. Polarity-sensitive modulation of cortical neurotransmitters by transcranial stimulation. *Journal of Neuroscience* 2009; 29:5202–9. Stagg 2011 Stagg CJ, Jayaram G, Pastor D, Kincses ZT, Matthews PM, Johansen-Berg H. Polarity and timing-dependent effects of transcranial direct current stimulation in explicit motor learning. *Neuropsychologia* 2011; 49:800–4.

Sterne JAC, Egger M, Moher D. Addressing reporting biases. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Higgins PT, Green S. Chichester: John Wiley & Sons, 2011.

Swanson HL, Hoskyn M. Experimental intervention research on student with learning disabilities: a meta-analysis of treatment outcomes. *Review of Educational Research* 1998; 68:277-321.

Swanson HL, Hoskyn M, Lee C. Interventions for students with learning disabilities. New York: The Guilford Press, 1999.

Swanson HL, Sachse-Lee C. A meta-analysis of single-subject design intervention research for students with LD. *Journal of Learning Disabilities* 2000; 33:114–36.

Szucs 2013 Szucs D, Goswami U. Developmental dyscalculia: fresh perspectives. *Trends in Neuroscience and Education* 2013; 2(2):33-7.

Thompson, J. M., Nuerk, H. C., Moeller, K., & Kadosh, R. C. (2013). The link between mental rotation ability and basic numerical representations. *Acta psychologica*, 144(2), 324-331.

Trott, C. (2003). Mathematics support for dyslexic students. *MSOR Connections*, 3(4), 17-20.

Umiltà, C., Priftis, K., & Zorzi, M. (2009). The spatial representation of numbers: evidence from neglect and pseudoneglect. *Experimental Brain Research*, 192(3), 561-569.

Vaidyanathan, S. (1995). Itinerant Teacher. *Madras Dyslexia Association Newsletter*, 1(2): 7.

Von Aster, M. G., & Shalev, R. S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(11), 868-873.

Wilson, A. J, S. K. Revkin, and D. Cohen. (2006). An open trial assessment of "The Number Race", an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions* 2006, 2; 20.

World Health Organization. (2001). *International Classification of Functioning, Disability and Health: ICF*. World Health Organization.

Wynn, K. (1998). Psychological foundations of number: Numerical competence in human infants. *Trends in cognitive sciences*, 2(8), 296-303.

Wynn, K., Bloom, P., & Chiang, W. C. (2002). Enumeration of collective entities by 5-month-old infants. *Cognition*, 83(3), B55-B62.

Wadlington, E., & Wadlington, P. (2008) .Helping Pupils withMathematical Disabilities to Succeed.*Preventing SchoolFailure*, 53(1), 2-7.

Wechsler D. Wechsler Intelligence Scale for Children-4th Edition (WISC-IV®). San Antonio, TX: HarcourtAssessment, 2003.

Wechsler D. Wechsler Individual Achievement Test2nd Edition (WIAT II). London: The PsychologicalCorporation, 2005.

Wilson AJ, Dehaene S, Pinel P, Revkin SK, Cohen L, CohenD. Principles underlying the design of “The Number Race:an adaptive computer game for remediation of dyscalculia.*Behaviour and Brain Function* 2006; 2:19.

Wilson SJ, Lipsey M. School-based interventions foraggressive and disruptive behavior: update of a meta-analysis. *American Journal of Preventive Medicine* 2007; 33:130–43.

Wilson AJ, Stanislas D, Dubois O, Fayol M. Effects of anadaptive game Intervention on accessing number sense inlow-socioeconomic-status kindergarten children. *Mind,Brain and Education* 2009; 3:224–34.

Xin YP, Jitendra AK. The effects of instruction in solvingmathematical word problems for students with learningproblems: a meta-analysis. *Journal of Special Education*1999; 32:207–25.

Zentall SS. Math performance of students with ADHD:Cognitive and behavioral contributors and interventions.In: Berch DB, Mazzocco MMM editor(s). *Why is math*

so hard for some children? The nature and origins of mathematical learning difficulties and disabilities. .: Baltimore: Paul H. Brookes Publishing Co., 2007:219–43.

Zygouris N., Vlachos F., Dadaliaris A. , Oikonomou P., Stamoulis G., Vavougiotis D., Nerantzaki E., Striftou A. (2017). A Neuropsychological Approach of Developmental Dyscalculia and a Screening Test Via a Web Application, iJEP, Vol. 7, No. 4.

Zygouris, N., Vlachos, F., Dadaliaris, A., et al., (2017). Screening for Disorders of Mathematics via a web application. IEEE EDUCON - Global Engineering Education, April 26-28, Athens, Greece.

Ελληνική

Μιχελογιάννης, Ι., Τζενάκη, Μ. (2000). Μαθησιακές Δυσκολίες. 2η έκδοση. Αθήνα: ΓΡΗΓΟΡΗ.

Παντελιάδου Σ. & Μπότσας Γ. (2007). Μαθησιακές δυσκολίες: Βασικές έννοιες και χαρακτηριστικά. Θεσσαλονίκη, Γράφημα.

